Les vertébrés (Placodermi, Galeaspida) du Dévonien inférieur de la coupe de Lung Cô-Mia Lé, province de Hà Giang, Viêt Nam, avec des données complémentaires sur les gisements à vertébrés du Dévonien du Bac Bo oriental

Philippe JANVIER
Laboratoire de Paléontologie, UMR 8569, Muséum national d'Histoire naturelle,
8 rue de Buffon, F-75231 Paris cedex 05 (France)
janvier@mnhn.fr

Ta Hoa PHUONG
Département de Géologie, Université nationale du Viêt Nam à Hanoï,
90 rue Nguyên Trai, Thanh Xuan, Hanoï (Viêt Nam)
kdiachat@netnam.org.vn

Janvier P. & Ta Hoa Phuong 1999. — Les vertébrés (Placodermi, Galeaspida) du Dévonien inférieur de la coupe de Lung Cô-Mia Lé, province de Hà Giang, Viêt Nam, avec des données complémentaires sur les gisements à vertébrés du Dévonien du Bac Bo oriental. *Geodiversitas* 21 (1) : 33-67.

RÉSUMÉ

Les vertébrés des formations de Si Ka, Bac Bun et Mia Lé (Dévonien inférieur, Lochkovien-Praguien) de la coupe Lung Cô-Mia Lé (province de Hà Giang, nord du Viêt Nam) sont représentés par quelques restes de galéaspides, d'antiarches, d'arthrodires et par un pétalichthyide nouveau, *Tongdzuylepis vietnamensi* n.g., n.sp. La liste faunique de la Formation de Khao Lôc (Lochkovien inférieur) à Tòng Vài (province de Hà Giang) est complétée par la description d'un galéaspide, *Laxaspis yulongssus*, et de trois antiarches *Heteroyunnanolepis qujingensis*, *Zhanjilepis aspratilis* et *Minicrania lissa* n.sp. Un nouvel antiarche, *Yunnanolepis spinulosa* n.sp., associé à du matériel de *Chuchinolepis dongmoensis* et *Youngolepis* sp. est décrit dans des niveaux de la limite entre les formations de Si Ka et Bac Bun du gisement de Ban Nhuân (province de Thái Nguyên, nord du Viêt Nam). Une description complémentaire et des précisions taxonomiques sont apportées quant aux galéaspides et antiarches de la Formation de Bac Bun du gisement de Dông Mo (province de Lang Son, nord du Viêt Nam). Enfin, un nouveau sarcoptérygien, *Langdenia campylognatha* n.sp. est décrit dans la Formation de Bac Bun du gisement de Trang Xa (province de Thái Nguyên).

MOTS CLÉS
Vertebrata, Galeaspida, Placodermi, Sarcopterygii, Dévonien, Viêt Nam, systématique, biostratigraphie.

ABSTRACT

Vertebrates (Placodermi, Galeaspida) of the Lower Devonian of the Lung Cô-Mia Lé section, Hà Giang Province, Vietnam, with complementary comments on vertebrates deposits of the eastern Bac Bun Devonian.

The vertebrates of the Si Ka, Bac Bun and Mia Lé formations (Lower Devonian, Lochkovian-Pragian) of the Lung Cô-Mia Lé section (Hà Giang Province, northern Vietnam) are represented by some galeaspid, arthrodire and antiarch remains, and by a new petalichthyid, *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp. The faunal list of the Khao Lôc Formation (Lower Lochkovian) at Tòng Vài (Hà Giang Province) is completed by the description of a galeaspid, *Laxaspis yulongssus*, and three antiarchs, *Heteroyunnanolepis qujingensis*, *Zhanjilepis aspratilis* and *Minicrania lissa* n.sp. A new antiarch, *Yunnanolepis spinulosa* n.sp., associated with *Chuchinolepis dongmoensis* and *Youngolepis* sp., is described from the transition beds between the Si Ka and Bac Bun formations at Ban Nhuân (Thái Nguyên Province, northern Vietnam). A complementary description and taxonomic comments are made for the galeaspids and antiarchs of the Bac Bun Formation at Dông Mo (Lang Son Province, northern Vietnam). Finally, a new sarcopterygian, *Langdenia campylognatha* n.sp. is described from the Bac Bun Formation at Trang Xa (Thái Nguyên Province).

KEY WORDS
Vertebrata, Galeaspida, Placodermi, Sarcopterygii, Devonian, Vietnam, systematics, biostratigraphy.

INTRODUCTION

Les recherches menées depuis 1985 sur les vertébrés du Dévonien inférieur du nord du Viêt Nam (Bac Bo) ont conduit à la découverte de plusieurs gisements importants (Trang Xa, Dông Mo, Ban Nhuân) dont les faunes ont été décrites par Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1987, 1990, 1994), Janvier *et al.* (1993) et Tong-Dzuy Thanh *et al.* (1995). Ces recherches ont également permis d'établir des corrélations biostratigraphiques entre le Dévonien inférieur du Bac Bo et celui du Yunnan oriental et du Guangxi, en Chine. Chaque année, nos collègues vietnamiens et nous-mêmes avons complété la connaissance de ces faunes de vertébrés par la découverte de nouveau matériel, voire de nouveaux gisements, au cours de missions de terrain. L'une d'elles, en 1993, avait pour but d'effectuer une révision de la coupe de Lung Cô à Mia Lé, à l'extrême nord du Viêt Nam (province de Hà Giang ; Figs 1, 2), coupe-type des trois formations les plus importantes du Dévonien inférieur du Viêt Nam (formations de Si Ka, Bac Bun et Mia Lé). Outre les découvertes paléontologiques qui ont été faites à cette occasion, cette révision de la coupe de Lung Cô-Mia Lé a un intérêt historique en raison des accusations de fraude scientifique qui ont longtemps pesé sur les travaux de Jacques Deprat [v. historique par Durand-Delga (1990), mais aussi Henry (1994)]. Ces travaux de terrain ont confirmé, tout au moins pour cette coupe, la justesse des observations de Deprat quant à la lithostratigraphie. Dans le district de Dong Van, les données très détaillées concernant la biostratigraphie de la coupe, voisine, de Dong Van-Nho Que ont été présentées dans les travaux de Deprat (1915), Dang Tran Huyên (1976), Tong-Duy Thanh (1986, 1993), Paris *et al.* (1993), Tong-Dzuy Thanh & Ta Hoa Phuong (1994) et Ta Hoa Phuong (1994). Les nouvelles recherches de terrain sur la coupe de Lung Cô-Mia Lé ont également permis d'enrichir la connaissance des faunes des trois formations dévoniennes (Si Ka, Bac Bun et Mia Lé) et de découvrir les premiers vertébrés de la Formation de Mia Lé.

Par ailleurs, cet article présente également quelques nouvelles données sur du matériel

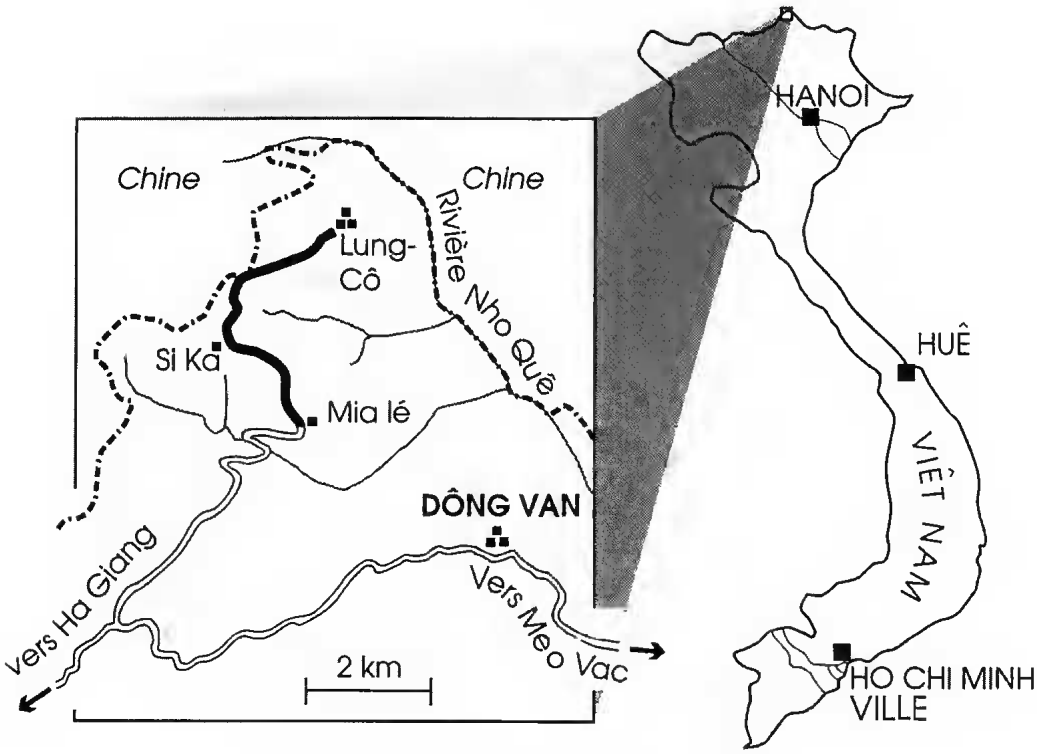

FIG. 1. — Carte de localisation de la coupe de Lung Cô-Si Ka.

complémentaire ou de nouvelles interprétations sur le matériel déjà publié d'autres gisements du Dévonien inférieur du Bac Bo (Tòng Vài, Ban Nhuan, Dông Mo et Trang Xa).

Les spécimens décrits ici sont conservés au Musée du Service Géologique du Viêt Nam (Bao Tang Dia chât), 6 rue Pham Ngu Lao, Hanoï (préfixe BT) et au Musée de Géologie de l'Université nationale du Viêt Nam à Hanoï (préfixe CS). Les collections anciennes, appartenant auparavant au Département de Géologie de l'Université de Hanoï (Université nationale du Viêt Nam à Hanoï), conservent, en plus, le sigle VND.

LES VERTÉBRÉS DE LA COUPE DE LUNG CÔ-MIA LÉ : CADRE GÉOLOGIQUE

La coupe de Lung Cô-Mia Lé est située à l'extrême nord du Viêt Nam, dans la province de Hà Giang (Fig. 1) et fut étudiée en détail pour la première fois par Deprat (1915). Cet auteur y distinguait cinq séries (Lung Cô, Si Ka, Bac Bun, Mia Lé et Ma Pi Len). Il considérait les quatre premières comme étant d'âge ordovicien, et la dernière comme étant d'âge « gothlandien » inférieur (c'est-à-dire silurien inférieur dans la terminologie actuelle). C'est dans la Série de Si Ka de cette coupe que Deprat a découvert les premiers restes de vertébrés dévoniens du Viêt Nam, que Mansuy (1915) a attribués respectivement à un « Ostracoderme » indéterminé, *Asterolepis* et *Homosteus*. Mansuy (1915 : 2) souligne le curieux anachronisme de ces vertébrés réputés dévoniens en Europe, mais qui auraient été ordoviciens au Viêt Nam. Il tente cependant de justifier cette datation, d'une part par l'existence de vertébrés (pourtant bien différents) dans l'Ordovicien des États-Unis (découverts par Walcott dès 1892), et d'autre part par la présence d'un unique spécimen de « *Trinucleus ornatus* » (*Deanaspis goldfussi*) dans les couches immédiatement sus-jacentes au niveau à vertébrés (Deprat

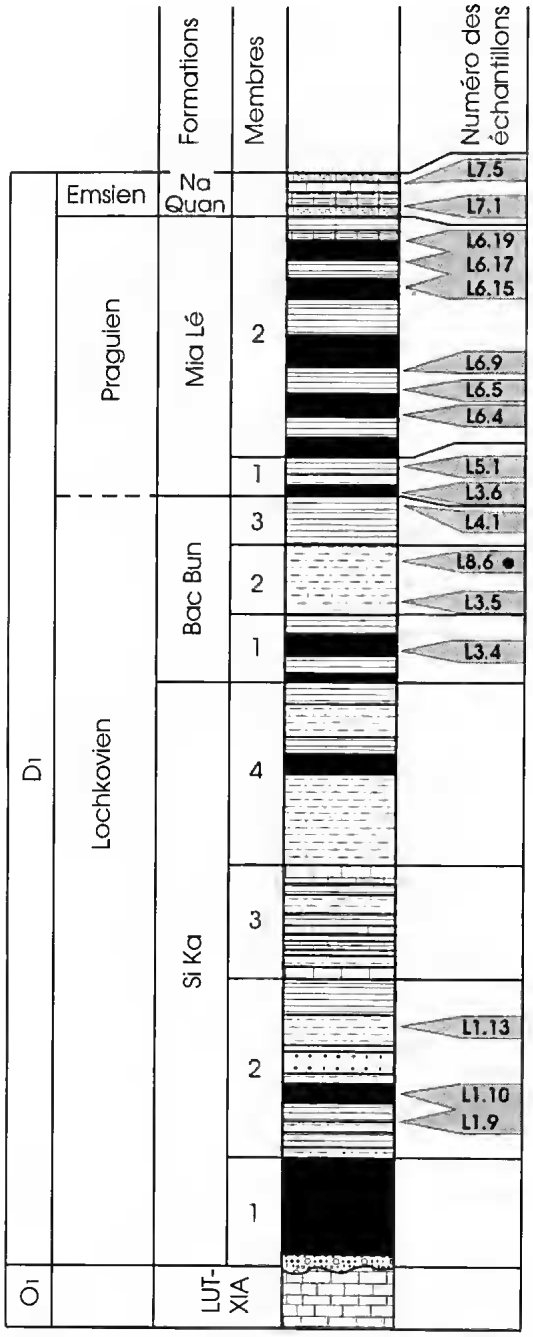

FIG. 2. — Log synthétique de la coupe de Lung Cô-Si Ka, montrant la position stratigraphique des principaux niveaux fossilifères et la répartition des vertébrés décrits ici. **L1.9**, restes de plantes indéterminées, ostracodes, vertébrés ; **L1.10**, ostracodes, crustacés (phyllocarides), gastéropodes, vertébrés ; **L1.13**, restes de plantes indéterminées, bivalves ; **L3.4**, restes de plantes indéterminées, bivalves, crustacés (phyllocarides), brachiopodes (*Howittia wangi*), vertébrés ; **L3.5**, vertébrés (Placodermi gen. et sp. indet.) ; **L8.6** (échantillon récolté hors coupe, mais rapporté par sa lithologie au sommet du Membre 2 de la Formation de Bac Bun), brachiopodes (lingulides indéterminés), vertébrés (*Tongdzuylapis vietnamensis* n. g., n. sp.) ; **L4.1**, vertébrés (Petalichthyida gen. et sp. indet.) ; **L3.6**, brachiopodes (*Euryspirifer tonkinensis*) ; **L.5.1**, brachiopodes (*Hysterolites* sp.), vertébrés ; **L6.4**, restes de plantes indéterminées, bivalves, brachiopodes (*Hysterolites* sp.), eurypterides, vertébrés ; **L6.5**, brachiopodes (*Euryspirifer tonkinensis*) ; **L6.9**, brachiopodes (*Euryspirifer tonkinensis*) ; **L6.15-19** abondante faune à *Euryspirifer tonkinensis*, vertébrés ; **L7.1**, dacryoconarides (*Nowakia* sp. aff. *N. zlichovensis*) ; **L7.5**, dacryoconarides (*Nowakia barrandei*, *Homoctenus* sp.).

1917). Or, c'est précisément ce « *Trinucleus ornatus* », ainsi qu'un autre spécimen de Bên Thuy, au Viêt Nam central, qui sera plus tard au centre de l'« Affaire Deprat » (Durand-Delga 1990 ; Henry 1994). Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1987, 1990) ont montré que les fragments de carapace de l'« Ostracoderme » indéterminé décrit par Mansuy étaient la première figuration d'exosquelette d'un galéaspide [probablement *Bannhuanaspis* Janvier, Tong-Dzuy Thanh *et* Ta Hoa Phuong, 1993 ou une forme proche], avant l'identification de ce groupe par Liu en 1965.

Hormis cette erreur de datation, qui reste sans autre explication qu'une « pollution » volontaire, les nouvelles recherches de terrain confirment pleinement la succession des terrains paléozoïques décrite par Deprat. Sur ce point, sa description lithostratigraphique est loin d'être « un pur roman » (Lantenois 1928). Les termes de Si Ka, Bac Bun, Mia Lé désignent encore actuellement des formations dans la terminologie stratigraphique régionale et la coupe de Lung Cô-Mia Lé est la coupe-type de ces trois formations. Les âges de toutes les subdivisions stratigraphiques proposées par Deprat ont été modifiés en fonction des progrès de la paléontologie et de la biostratigraphie. Il est maintenant clair que la plus ancienne des formations dévoniennes du Bac Bo oriental, la Formation de Si Ka est toujours en discordance sur les niveaux plus anciens et que les fossiles (essentiellement des vertébrés) que l'on y trouve sont tous lochkoviens. Toutes les autres formations reconnues par Deprat dans cette coupe sont maintenant reconnues comme d'âge dévonien. Une collection assez riche de brachiopodes, poissons, bivalves, tentaculites et plantes de cette coupe a été récoltée en 1993 par l'un de nous (T. H. P.) en collaboration avec ses

étudiants : Dong Quang Thanh et Cao Trong Bao. Les fossiles mentionnés dans cet article ont été déterminés par Dzuong Xuan Hao (brachiopodes), P. Janvier (vertébrés), Dang Tran Huyên (bivalves), Nguyên Duc Khoa (rugueux), Pham Kim Ngan (trilobites) et Ta Hoa Phuong (tentaculites). Selon Cai Chong-Yang (Nanjing), les restes de plantes sont très mal conservés et ne peuvent être identifiés.

La coupe de Lung Cô-Mia Lé se trouve le long du sentier reliant les villages de Lung Cô et Mia Lé, dans la région de Dong Van (province de Hà Giang), près de la frontière sino-vietnamienne (Fig. 1). Dans cette coupe, le Dévonien inférieur repose en discordance sur les calcaires gris rosâtre de la Formation de Lut Xia (Ordovicien). Les formations dévoniennes se succèdent en concordance avec, de la plus ancienne à la plus récente, les formations de Si Ka, Bac Bun, Mia Lé, Na Quan (Fig. 2).

Formation de Si Ka

Cette formation est à l'origine de la « Série de Si-ka » proposée par Deprat (1915) et affleure le long du sentier de Lung Cô à Si Ka, juste avant le Công Troi (« col de Si Ka »). Elle repose en discordance sur la Formation de Lut Xia et se caractérise par une série de calcschistes très bariolés (rouges, lie-de-vin, verts, jaunes), avec quelques intercalations de bancs de calcaires gris à gris rosâtre. On peut y distinguer quatre membres qui se succèdent en concordance avec, du plus ancien au plus récent :

1. Des calcschistes, des marnes rouges, lie-de-vin à verdâtres avec, à leur base, une couche de 10 à 15 cm de grès calcareux à gros grains. L'épaisseur totale de ce membre est de 175 m.

2. Des grès et des siltstones avec des intercalations de schistes et de calcschistes (250 m), contenant des restes de gastropodes, de bivalves, d'ostracodes, de crustacés (phyllocarides), de vertébrés (niveaux L1.9-10), ainsi que quelques restes de plantes indéterminées.

3. Des calcaires gris sombre, finement stratifiés, avec des intercalations de siltstones et de schistes gris, gris verdâtre et lie-de-vin (175 m).

4. Des siltstones avec des intercalations de quelques couches de calcschistes gris verdâtre, bruns et lie-de-vin (225 m).

Formation de Bac Bun

Cette formation est à l'origine de la « Série de Bac-boun » de Deprat (1915). D'après cet auteur, elle est essentiellement gréseuse et schisteuse, et bariolée, rouge, jaune ou verdâtre. Près du village de Si Ka, Deprat y a trouvé le bivalve *Goniophora* sp. et « de grandes plaques de poissons ostracodermes brisées et qu'on ne peut faire que citer » (Deprat 1915).

Selon notre étude de terrain de 1993, on peut y distinguer trois membres :

1. Des schistes argileux et des calcschistes gris sombre, prenant une teinte rosâtre à brun clair par altération (130 m). Ils ont livré une faune comprenant des débris de plantes indéterminables, des crustacés (phyllocarides), le brachiopode *Howittia wangi* (Hou), le bivalve *Goniophora* sp. et des restes de vertébrés (niveau L3.4). Le brachiopode *Howittia wangi*, fossile-guide de la Formation de Bac Bun dans le Bac Bo oriental (nord-est du Viêt Nam), est ici découvert pour la première fois dans le stratotype de cette formation.

2. Des siltstones gris prenant une teinte brun jaunâtre par altération (100 m) et contenant de très abondants restes de vertébrés (niveaux L3.5, L8.6 ; l'échantillon du niveau L8.6 a été récolté hors coupe, mais à peu de distance de celle-ci).

3. Des schistes gris verdâtre prenant une teinte bariolée (rouge, jaune, rose, verte, blanche) par altération (70 m) et contenant des fragments de vertébrés (L4.1).

Formation de Mia Lé

Cette formation, qui est à l'origine de la « Série de Mie-lé » de Deprat (1915), affleure sur le sentier de Si Ka à Mia Lé. D'après la description de Deprat, le membre inférieur de cette « série » se caractérise par des schistes et grès micacés sans fossiles (250 m), tandis que le membre supérieur consiste en des schistes argileux rouges et jaunes, très tendres et contenant une faune assez riche : *Proetus* sp., *Spirifer tonkinensis* Mansuy (= *Euryspirifer tonkinensis*), *Spirifer dongvanensis* Mansuy, *Strophonema* sp., *Dinorthis annamitica* Mansuy (= *Dicoelostrophia annamitica*), *Pterinaea mieleensis* Mansuy, *Fenestrella* sp. (Deprat 1915).

Notre étude a mis en évidence la séquence suivante :

1. Des siltstones gris verdâtre avec des interca-

lations de schistes argileux et de marnes (50 m), contenant les brachiopodes *Euryspirifer tonkinensis* (Mansuy) et *E.* sp. aff. *E. parasensis* (Mansuy), ainsi que des restes de vertébrés (niveaux L3.6, L5.1).

2. Des schistes argileux, des marnes avec quelques lentilles de calcaires marneux dans la partie supérieure (450 m). Ils ont livré des restes de vertébrés et une faune d'invertébrés très abondante comprenant :

– brachiopodes : *Euryspirifer tonkinensis* (Mansuy), *Dicoelostrophia annamitica* (Mansuy), *Atrypa* sp. aff. *A. reticularis* L., *Elymospirifer kwangsiensis* (Hou), *Howellella crispa* Hisinger, *Schellwienella* sp. cf. *S. douvillei* (Mansuy), *S. lantenoisi* (Mansuy), *Athyris? tiaomachiensis* Tien, *Parachonetes zeili* (Mansuy), *Undispirifer* sp. aff. *U. pseudoaculiatus* Rzonsnickaja, *Hysterolites* sp. ;
– rugueux : *Hardophyllum? brancai* (Frech) ;
– bryozoaires : *Fenestrella* sp. ;
– bivalves : *Pterinea mieleensis* Mansuy ;
– trilobites : *Proetus*.

FORMATION DE NA QUAN

La partie supérieure de la coupe de Lung Cô-Mia Lé est représentée par la Formation de Na Quan, définie par Pham Dinh Long (1973) dans la région de Ha Lang (province de Cao Bang, Bac Bo oriental). Elle comprend des calcaires à phtanites avec intercalations de calcaires marneux, des marnes gris sombre et un membre schisteux à sa base. Cette formation forme une petite colline à l'ouest du village de Mia Lé. Elle a livré des tentaculites d'âge emsien (des zones à *zlichovensis* et *barrandei*) : *Nowakia* sp. aff. *N. zlichovensis* Boucek, *N. praecursor* Boucek, *N. barrandei* Boucek *et* Prantl, et *Homoctenus* sp., découverts pour la première fois dans cette coupe.

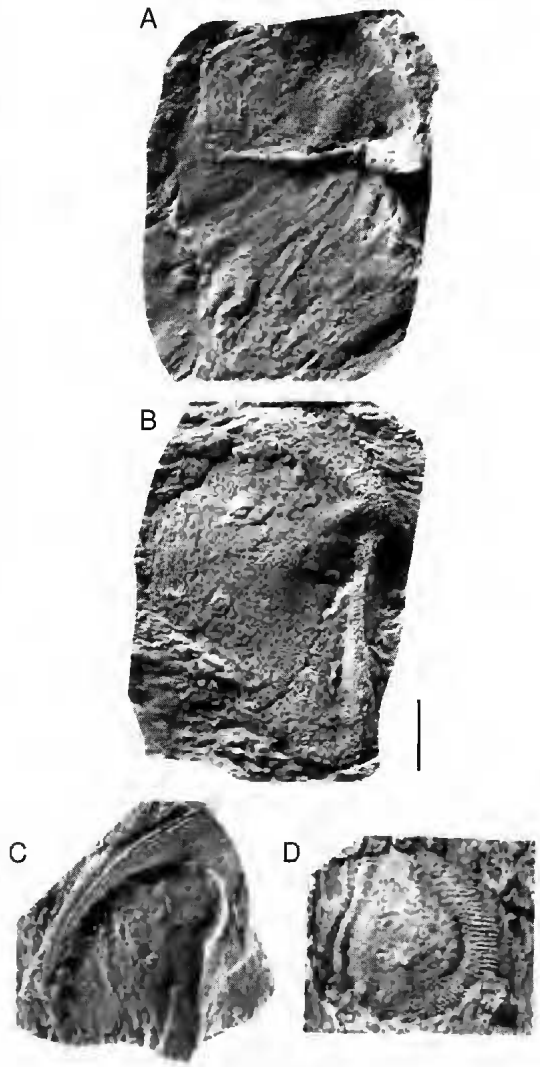

FIG. 3. — Placodermi et Sarcopterygii, Formation de Si Ka, Lochkovien, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L1.10), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam : **A**, *Yunnanolepis* sp., plaque AVL gauche (CS02y) ; **B**, Yunnanolepidoidei gen. et sp. indet., plaque AVL gauche (CS02za) ; **C**, Placodermi gen. et sp. indet., plaque spinale indéterminée avec fragment de plaque AVL, probablement d'un arthrodire phlyctaenide (CS02x) ; **D**, Sarcopterygii gen. et sp. indet., écaille isolée en vue externe (CS02zb). Échelles : A-C, 10 mm ; D, 5 mm.

ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DES VERTÉBRÉS

Parmi les restes de vertébrés récoltés, avec une abondance très variable, dans cette section, on retrouve certains des taxons (par ex. yunnanolépidoïdes) déjà connus, en particulier dans la Formation de Bac Bun (Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990, 1995) et qui appartiennent clairement à la faune de type « sud-chinois », décrite initialement au Yunnan oriental. En revanche, les niveaux schisteux des formations de Bac Bun et de Mia Lé livrent des formes qui sont nouvelles, non seulement pour le Dévonien du Viêt Nam, mais aussi pour l'ensemble de cette province fau-

nique « sud-chinoise ». C'est surtout le cas des restes de pétalichthyides décrits ci-dessous, qui sont nettement différents des formes connues de ce groupe tant en Chine que dans le reste du monde.

VERTÉBRÉS DE LA FORMATION DE SI KA
Le Membre 2 de cette formation a livré quelques restes de vertébrés assez mal conservés et très déformés. On y reconnaît deux plaques spinales ornées de rangées de gros tubercules et associées à une partie de la plaque antéro-ventrolatérale (CS02x ; Fig. 3C). Il pourrait s'agir d'un arthrodire phlyctaeniide. Deux plaques antéro-ventrolatérales de yunnanolépidoïde assez grandes semblent pouvoir être attribuées au genre *Yunnanolepis* Liu, 1963 (Fig. 3A, B). Une grande écaille arrondie ornée de rides de dentines convergentes appartient à un sarcoptérygien, probablement un youngolépididé, mais différent de *Youngolepis* Chang *et* Yu, 1981 (Fig. 3D).

VERTÉBRÉS DE LA FORMATION DE BAC BUN
Ces niveaux sont les plus riches en restes de vertébrés relativement complets. On y note une grande abondance d'une ou de plusieurs espèces de pétalichthyides, qui semblent être les mêmes que dans les niveaux schisteux de la Formation de Mia Lé sus-jacente.

FIG. 4. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam. Fragment latéral gauche du toit crânien en vue dorsale (holotype, CS02a). Photographie en immersion. Échelle : 5 mm.

Classe PLACODERMI McCoy, 1848
Ordre PETALICHTHYIDA Jaekel, 1911
Famille MACROPETALICHTHYIDAE ?
Eastman, 1898

Tongdzuylepis n.g.

ESPÈCE-TYPE. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.sp.

ÉTYMOLOGIE. — Genre dédié au Professeur Tong-Dzuy Thanh, Université du Viêt Nam à Hanoï.

DIAGNOSE. — La même que pour l'espèce-type (par monotypie).

REMARQUES
Tongdzuylepis diffère à la fois des quasipétalichthyidés du Dévonien de Chine (Liu 1991 ; Zhu 1991) et des macropétalichthyidés ubiquistes par sa curieuse association de deux types d'ornementation des os dermiques. Toutefois, par plusieurs caractères, ce genre s'apparente plus aux macropétalichthyidés qu'aux quasipétalichthyidés. En effet, les plaques antérolatérales sont hautes et courtes, avec une lame postbranchiale très inclinée (Fig. 7). La plaque spinale est longue, effilée, avec de grands denticules médiaux (Fig. 9C), et la partie postérieure du toit crânien semble avoir été relativement étroite, avec des bords latéraux divergents vers l'avant.

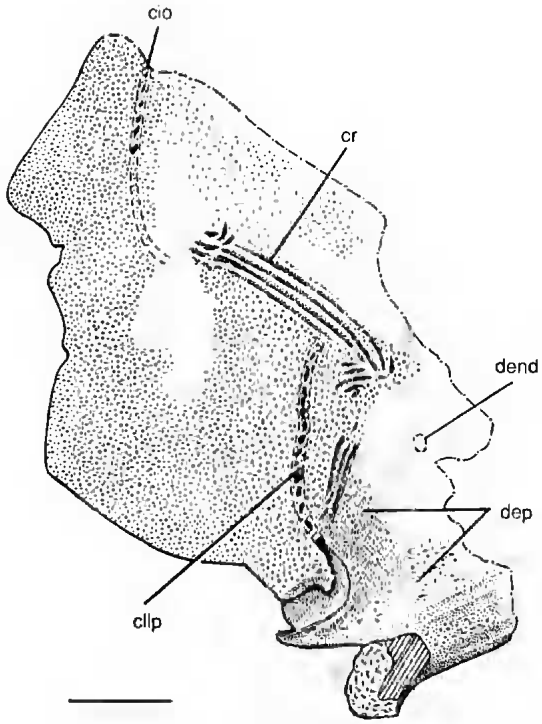

Fig. 5. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam. Fragment latéral gauche du toit crânien en vue dorsale (holotype, CS02a), reconstitution fondée sur l'empreinte et la contre-empreinte de l'holotype (Fig. 4). **cio**, canal infraorbitaire ; **cllp**, canal de la ligne latérale principale ; **cr**, crêtes de l'ornementation dermique ; **dend**, conduit endolymphatique ; **dep**, dépression postérieure de la surface dorsale du toit crânien. Échelle : 5 mm.

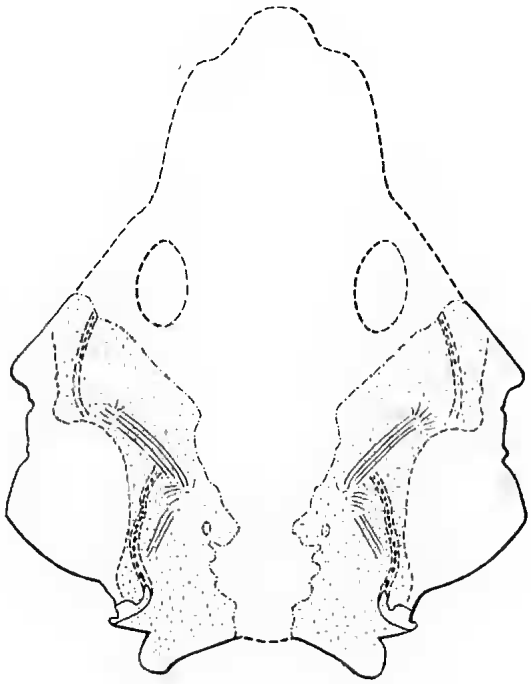

Fig. 6. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam. Essai de reconstitution du toit crânien, fondé sur l'holotype (Figs 4, 5) et le contour du toit crânien d'un macropétalichthyidé. Surface dorsale du neurocrâne en grisé.

Tongdzuylepis vietnamensis n.sp.
(Figs 4-10)

HOLOTYPE. — Partie postéro-latérale gauche d'un toit crânien (CS02a, Fig. 4).

LOCALITÉ-TYPE. — Coupe de Lung Cô-Mia Lé, district de Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam. Spécimen récolté hors coupe (L8.6).

NIVEAU-TYPE. — Dévonien inférieur, Lochkovien supérieur, Formation de Bac Bun, Membre 2.

ÉTYMOLOGIE. — Du Viêt Nam.

MATÉRIEL. — Plaque AL gauche (CS02b, Fig. 7A) ; plaque AL gauche incomplète (CS02c, Fig. 7B) ; plaque spinale (CS02e, Fig. 9C) ; grande écaille médiane dorsale (CS02k, Fig. 9A) ; plaque marginale ? (CS02m, Fig. 9B) ; plaques indéterminées (CS02d, Fig. 8 ; CS02h, Fig. 10C ; CS02j, Fig. 10A ; CS02i, Fig. 10B) ; nombreux fragments de plaques indéterminées.

DIAGNOSE. — Petalichthyida présentant une ornementation essentiellement tuberculée, mais en partie constituée de rides parallèles sur le toit crânien. La surface externe de la plaque paranuchale postérieure présente une concavité dépourvue d'ornementation.

DESCRIPTION

L'holotype de *T. vietnamensis* est un fragment de toit crânien, montrant une partie de l'empreinte de sa surface interne (Fig. 4). On y distingue deux canaux sensoriels (interprétés comme le sillon de la ligne latérale principale et de sa branche infraorbitaire ; cllp, cio, Fig. 5) s'ouvrant vers l'extérieur par de larges pores. Ce caractère est, chez les placodermes, unique aux pétalichthyides et aux ptyctodontes. Au niveau du bord postérolatéral de la plaque paranuchale postérieure, le canal de la ligne latérale principale

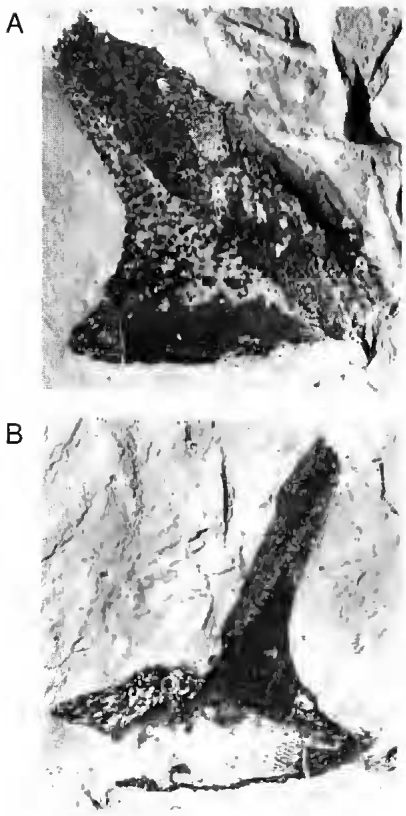

FIG. 7. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam : **A**, plaque antérolatérale gauche en vue interne (CS02b) ; **B**, plaque antérolatérale gauche incomplète en vue externe (CS02c). Photographie en immersion. Échelle : 5 mm.

FIG. 8. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam. Plaque thoracique indéterminée portant une ornementation mixte de gros tubercules en cuiller et de petits tubercules arrondis (CS02d). Échelle : 5 mm.

se recourbe latéralement pour s'ouvrir par un large sillon. Aucune suture entre les plaques n'est visible, mais il est probable que ce fragment de toit crânien comprend au moins les plaques paranuchales postérieure et antérieure, ainsi que les plaques marginale et centrale. L'essentiel de l'ornementation est constitué de très petits tubercules, mais au niveau des plaques para-nuchales, elle se transforme en deux faisceaux de rides parallèles, avec quelques petites rides secondaires au niveau de leurs extrémités (cr, Fig. 5). Le caractère le plus surprenant de cette forme est une dépression très marquée de la surface postérieure de la plaque paranuchale postérieure (dep, Fig. 5). Cette dépression, pratiquement dépourvue d'ornementation et dont la surface est spongieuse, s'étend en avant de l'épaississement nuchal postérieur de la plaque. Il faut toutefois noter que, chez la plupart des macropétalichthyidés, cette région du toit crânien est marquée par une légère dépression, de part et d'autre du bombement nuchal médian, toujours ornementée (Young 1978, fig. 2A). Il ne fait aucun doute que, chez *T. vietnamensis*, cette dépression profonde est bien située sur la surface externe du toit crânien, car vers l'arrière sa surface devient progressivement ornementée. Une partie du moulage naturel de la surface interne de ce toit crânien est visible aux endroits où manque l'os dermique. On y reconnaît le contour de la surface de contact avec le neurocrâne (marquée par un réseau de sillons vasculaires) et l'ouverture interne du conduit endolymphatique dermique (dend, Fig. 5). Le contour de la surface dorsale du neurocrâne montre le processus postorbitaire postérieur et la limite antérieure de la fosse cucullaire (Fig. 6) et correspond parfaitement à celui de la région postérolatérale du neurocrâne

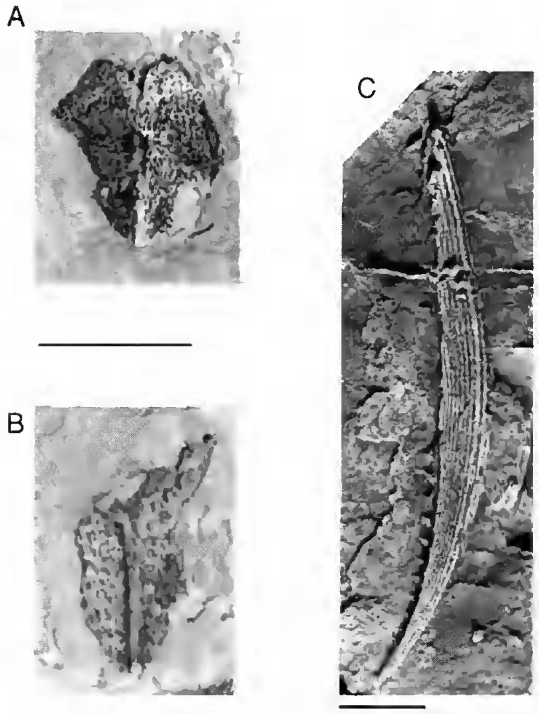

FIG. 9. — *Tongdzuylepis vietnamensis* n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, ecusson médian dorsal en vue externe (CS02k, photographie en immersion) ; **B**, plaque du toit crânien (? marginale) présentant un canal sensoriel biturqué (CS02m, photographie en immersion) ; **C**, plaque spinale en vue dorsale (CS02e). Echelles : 5 mm.

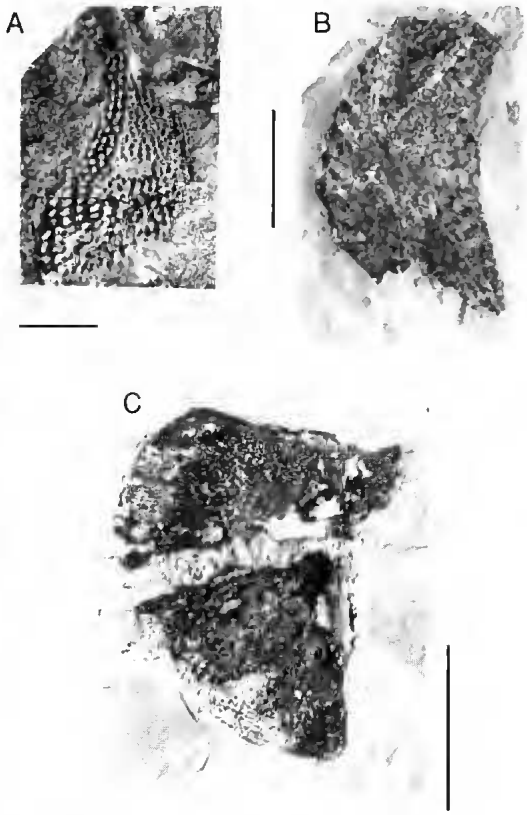

FIG. 10. — *Tongdzuylepis vietnamensis* ? n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam : **A**, plaque indéterminée en vue externe (CS02j) ; **B**, plaque indéterminée en vue externe (CS02i) ; **C**, plaque thoracique indéterminée (? PVL) en vue interne (CS02h, photographie en immersion). Échelles : 5 mm.

de *Macropetalichthys* Norwood *et* Owen, 1846 et *Wijdeaspis* Obruchev, 1964 (Stensiö 1969 ; Young 1978), mais il semble que la surface de la fosse cueillaire était recouverte d'une lame endosquelettique, au contraire de celle de *Macropetalichthys*.

Toutes les autres plaques attribuables à un petalichthyide, et très vraisemblablement à cette espèce, sont également caractérisées par leur ornementation tuberculée extrêmement variable d'une région à l'autre, allant de tubercules très petits à d'autres dix fois plus gros (Figs 7, 8). Certains tubercules sont spiniformes, ou en forme de cuiller, et ont tous la même orientation. La plaque spinale (Fig. 9C) est particulièrement longue et fine ; elle est ornée de côtes lisses et porte de grands denticules médiaux et une série de petits denticules latéraux fortement recourbés vers l'arrière. Elle est d'un type assez général pour les macropétalichthyidés, mais diffère de la spinale de *Wijdeaspis* ou *Lunaspis* Gross, 1961 par sa partie proximale plus étroite.

Par la morphologie générale de la partie postérieure de son toit crânien et de ses plaques thoraciques, *T. vietnamensis* diffère donc nettement des quasipétalichthyidés et présente la plupart des caractères rencontrés chez les macropétalichthyidés au sens large (Zhu & Wang 1996 : soit : *Macropetalichthys*, *Ellopetalichthys* Ørvig, 1957, *Epipetalichthys* Stensiö, 1925, *Xinanpetalichthys* Pan *et* Wang, 1978, *Wijdeaspis*, *Shearsbyaspis* Young, 1985, *Lunaspis*, *Notopetalichthys* Woodward, 1941, *Sinopetalichthys* Liu, 1973, *Holopetalichthys* Zhu *et* Wang, 1998 et

Guangxipetalichthys Ji *et* Pan, 1998). Ces caractères sont principalement le plan d'organisation des canaux sensoriels (*pit-line* postérieure transversale ou antéro-médiale) et la tendance à une ornementation de rides parallèles. Le principal caractère du groupe, soit l'inclusion des orbites dans le toit crânien, n'est toutefois pas observable sur ce matériel.

Ordre ANTIARCHA Cope, 1885
Fam. indet.
Genre *Minicrania* Zhu *et* Janvier, 1996

Minicrania sp.
(Fig. 11)

La présence d'antiarches dans cette faune est attestée par une cuirasse thoracique de très petite taille, complète, mais très fortement écrasée, ainsi que par un toit crânien incomplet (Fig. 11A). Ce toit crânien, qui ne présente aucune suture, montre la partie postérolatérale de la dépression préorbitaire (dpro, Fig. 11A). Celle-ci est très vaste et entoure la fenêtre orbitopinéale. Elle est limitée postérieurement par une crête saillante qui se prolonge au niveau de la région postpinéale. Par ces caractères, ce toit crânien ressemble beaucoup à celui de *Minicrania lirouyii* Zhu *et* Janvier, 1996, du Lochkovien du Yunnan (Zhu & Janvier 1996, fig. 4). La cuirasse thoracique ne montre aucune limite de plaques et son ornementation consiste en petits tubercules uniformément répartis, au moins sur sa face dorsale. La région branchiale n'est pas conservée, mais sa partie antérieure montre une importante crête transversale interne. Par sa petite taille et la cohésion de ses plaques, cette cuirasse évoque également *Minicrania*, mais aussi *Songdalepis* Janvier, Pham Kim Ngan *et* Ta Hoa Phuong, 1996, du Lochkovien du bas Song Da au Viêt Nam (Janvier *et al.* 1996). Un petit élément allongé, orné de rangées de fins tubercules et présentant une extrémité arrondie (Fig. 11B) semble être une nageoire pectorale d'antiarche, dont la taille s'accorde avec celle du matériel de *Minicrania*. Aucune articulation n'y est visible et il est difficile de savoir s'il s'agit d'une nageoire non articulée ou seulement de la partie proximale d'une nageoire,

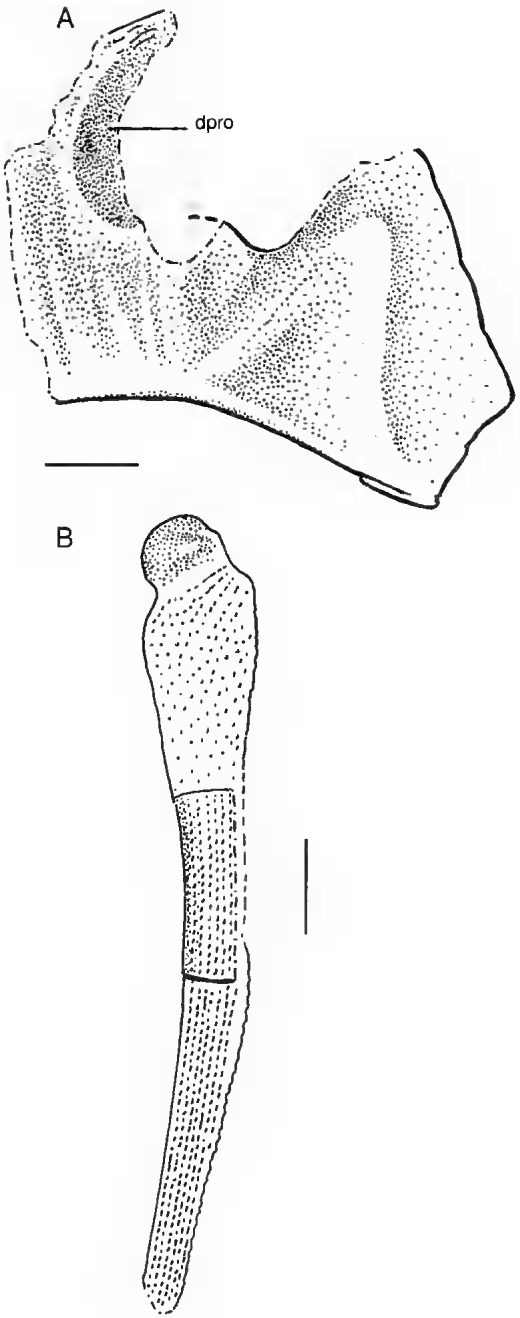

FIG. 11. — *Minicrania* sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, toit crânien incomplet en vue dorsale (CS02p) ; **B**, ? nageoire pectorale incomplète (CS02n). **dpro**, fosse préorbitaire. Échelles : 1 mm.

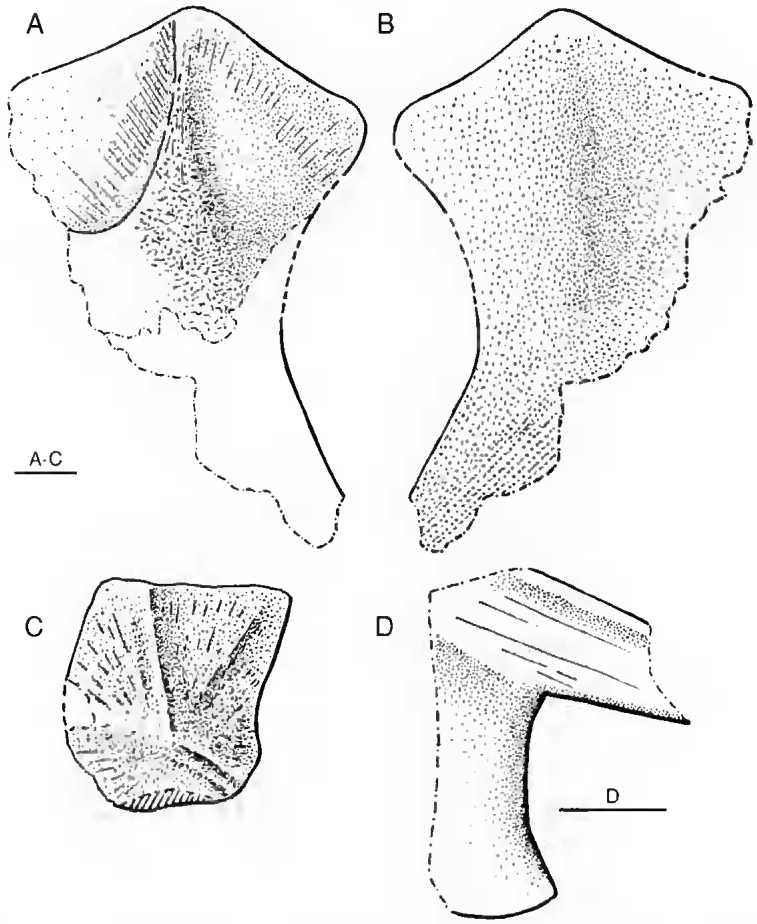

FIG. 12. — Petalichthyida, Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, **B**, Petalichthyida gen. et sp. indet., plaque présumée AL en vue interne (A) et externe (B) (CS02o) ; **C**, plaque indéterminée en vue externe (CS02p) ; **D**, *Tongdzuylepis vietnamensis* ? n.g., n.sp., plaques spinale et antéro-ventrolatérale incomplètes en vue ventrale (CS02t). Échelles : 5 mm.

la nageoire pectorale de *Minicrania lirouyii* étant encore inconnue (Zhu & Janvier 1996).

PLACODERMI gen. et sp. indet. (Figs 12-14)

Les schistes verdâtres du Membre 2 de la Formation de Bac Bun ont également livré un grand nombre de plaques de placodermes isolées, dont certaines pourraient appartenir à *T. vietnamensis* en raison de leur ornementation. Malheureusement, elles sont difficilement déterminables, faute d'une description anatomique détaillée du squelette dermique des macropétalichthyidés (à l'exception de *Lunaspis* Gross, 1961). D'autres plaques, pour la plupart de très petites dimensions et vraisemblablement d'individus juvéniles, présentent une ornementation et une morphologie qui ne s'accordent guère avec celles qui sont attribuées à *T. vietnamensis*.

Un ensemble de plaques incomplètes, conservées sur le même bloc, présente une ornementation tuberculée variable, allant de gros tubercules espacés à des tubercules très fins, disposés en rangées. L'une de ces plaques présente sur sa face interne (Fig. 12A) une surface de recouvrement qui évoque celle d'une plaque dorsolatérale anté-

rieure (ADL) sur la plaque antéro-latérale (AL). Il pourrait donc s'agir d'une plaque AL, mais sa morphologie est très différente de celle de *T. vietnamensis* et des pétalichthyides en général ; cependant elle est remarquablement mince, comme le sont toutes les autres plaques de pétalichthyides de ce gisement et son ornementation externe consiste en de très petits tubercules, parfois alignés, qui évoquent ceux de *T. vietnamensis*. De même, un fragment de plaque adjacent (Fig. 12C) pourrait être une plaque ADL, avec un large canal pour la ligne latérale principale et une partie de la région articulaire. Sur le même bloc, plusieurs fragments de plaques indéterminées (Fig. 13) diffèrent des précédentes par leur ornementation de gros tubercules espacés et, surtout, leur plus grande épaisseur. L'une d'elles présente une longue surface de recouvrement qui évoque plus celles des arthrodires brachythoracides, en particulier celles des plaques crâniennes des homostiides (v. par exemple Heintz 1934 ; Lelièvre 1984).

Encore plus délicate est l'interprétation de plaques généralement petites et extrêmement fines, présentant une ornementation vermiculée ou de cupules alignées. L'une d'elles (Fig. 14A) présente une lame antérieure crescentiforme ornée de très petits tubercules et évoque la lame postbranchiale d'une plaque AL. Bien que cette ornementation de cupules évoque celle des ptyctodontes, aucune espèce de ce groupe ne possède une plaque AL de ce type. La présence de ptyctodontes dans ce gisement pourrait cependant être indiquée par une curieuse épine trapue et ornementée de rangées de tubercules (Fig. 14C), qui évoque l'épine médiane dorsale de certaines formes de ce groupe. Certains os isolés présentant ce même type d'ornementation en cupule sont traversés par de larges canaux sensoriels clos, ce qui semble conforter l'hypothèse qu'il s'agit soit de pétalichthyides, soit de ptyctodontes.

Une très petite plaque (Fig. 14B), exposée en vue interne, présente une ornementation de rides radiaires et une angulation très marquée qui évoque les antiarches. Sa légère dissymétrie exclut une plaque médiane dorsale, et il pourrait s'agir d'une plaque ADL, comme semble l'indiquer la présence d'une paroi antérieure creusée d'une fosse.

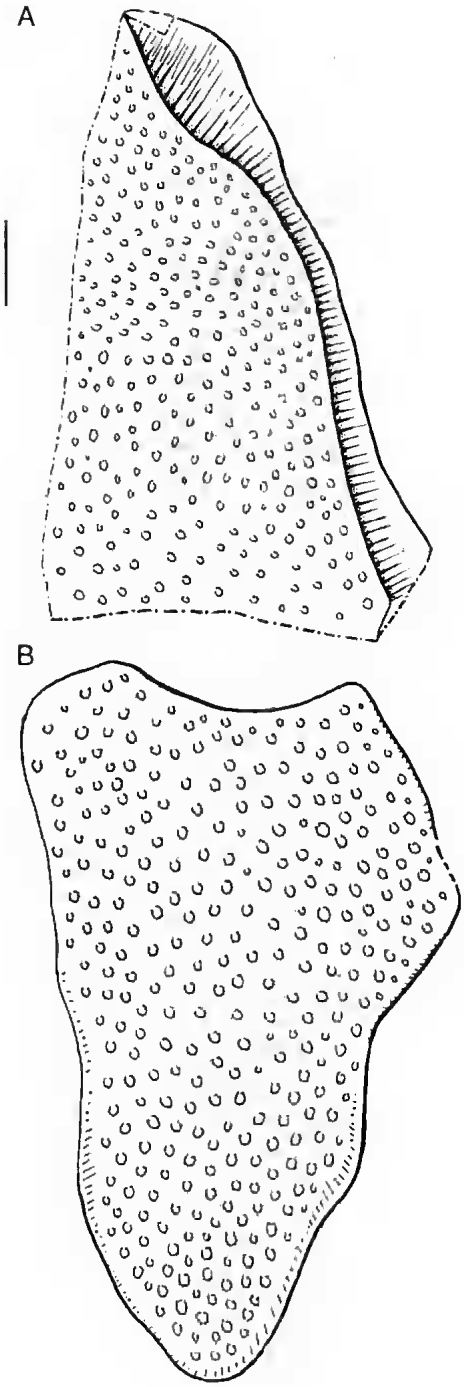

Fig. 13. — Arthrodira, Brachythoraci ? n.g., n.sp., Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, fragment de plaque centrale ? (CS02r) ; **B**, plaque indéterminée (CS02s). Échelle : 5 mm.

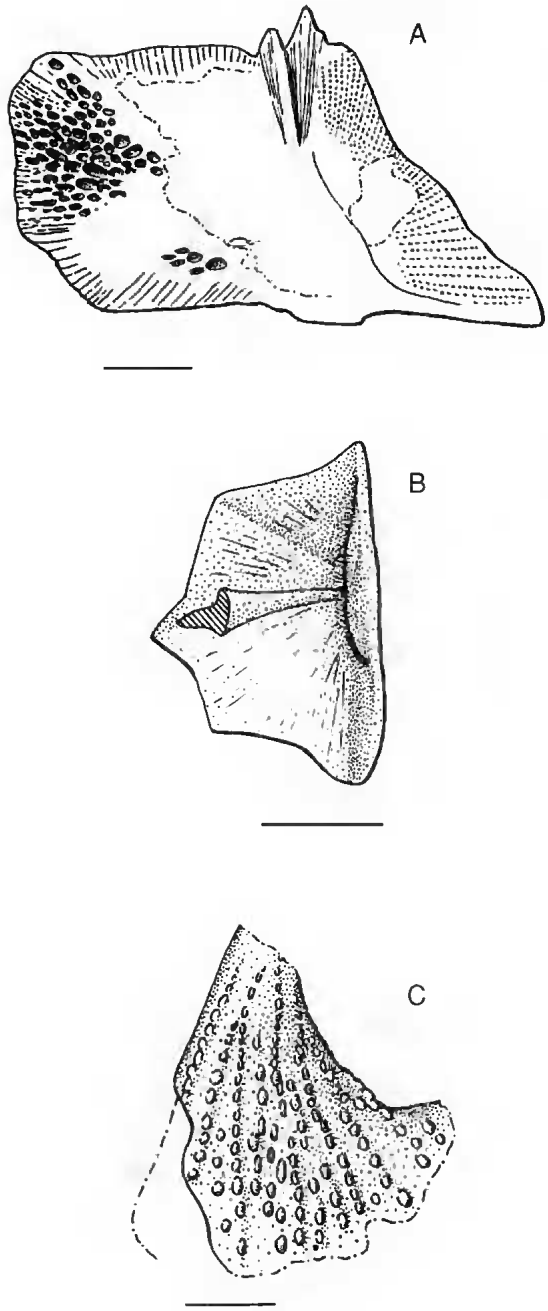

Fig. 14. — Placodermi, Formation de Bac Bun, Lochkovien supérieur, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L8.6, échantillon hors coupe), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, Placodermi gen. et sp. indet., plaque antérolatérale droite en vue externe (CS02f) ; **B**, Antiarcha ? gen. et sp. indet., plaque antéro-dorsolatérale en vue interne (CS02w) ; **C**, Ptyctodontida ? gen. et sp. indet., plaque spinale ou médiane dorsale (CS02v). Échelles : 1 mm.

Cet assemblage de vertébrés de la Formation de Bac Bun, comme celui, très voisin que l'on retrouve dans les niveaux schisteux de la Formation de Mia Lé, est donc particulièrement déroutant par le grand nombre d'éléments squelettiques qui, bien qu'intégralement conservés, avec des surfaces de recouvrement et des limites naturelles, ne peuvent être que difficilement rapportés à un groupe de placodermes connu. La raison de cette incertitude est probablement qu'il s'agit d'individus juvéniles, mais surtout qu'il s'agit d'éléments très fragiles, donc non conservés dans d'autres gisements aux conditions de dépôt de plus forte énergie, notamment en Chine.

Cette faune diffère nettement de celle des gisements à vertébrés de la Formation de Bac Bun du Bac Bo oriental (provinces de Lang Son et Thái Nguyên) par l'absence de sarcoptérygiens (notamment de *Youngolepis*), ainsi que par la rareté des Antiarches. Il est probable que cette différence correspond à des conditions de milieu différentes et plus franchement marines dans la province de Hà Giang.

Ces niveaux à vertébrés des schistes verdâtres contiennent également quelques restes d'arthropodes, en particulier des phyllocarides, mais aussi des fragments de cuticule d'euryptérides. Quelques brachiopodes inarticulés sont également présents, le plus souvent sous la forme de débris.

Vertébrés de la Formation de Mia Lé

Les vertébrés de la Formation de Mia Lé sont principalement conservés dans les schistes argileux verdâtres extrêmement fins des Membres 1 et 2 (Fig. 2). La plupart des spécimens sont des plaques isolées de petite taille et d'une extrême finesse (probablement d'individus juvéniles). Celles-ci, du reste, doivent leur conservation à la faible énergie de leur milieu de dépôt.

Ordre GALEASPIDA Halstead Tarlo, 1967

GALEASPIDA gen. et sp. indet. (Fig. 15A)

Le seul fragment de galéaspide reconnu dans cette coupe provient du second membre de la

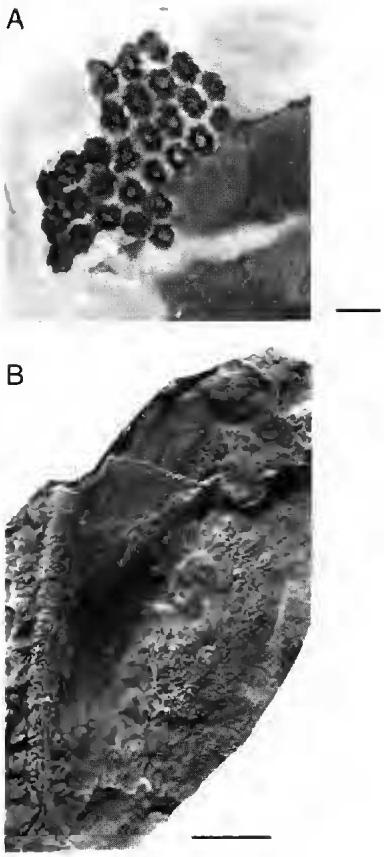

Fig. 15. — Placodermi et Galeaspida, Formation de Mia Lé, Praguien, coupe de Lung Cô-Mia Lé (niveau L6.4), Dong Van, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, Galeaspida gen. et sp. indet., fragment de bouclier en vue basale (CS02m, photographie en immersion) ; **B**, Placodermi gen. et sp. indet., plaque spinale indéterminée, probablement d'un Pétalichthyide (CS02y). Échelles : A, 1 mm ; B, 10 mm.

Formation de Mia Lé (L6.4). Il s'agit d'un ensemble de quelques unités dermiques d'assez grande taille (Fig. 15A). C'est également la première découverte de restes de galéaspides dans la Formation de Mia Lé. Ce spécimen est indéterminable, mais sa structure permet d'exclure certains groupes de galéaspides, notamment les eugaléaspidiformes et huannanaspidiformes (*sensu* Janvier 1996). Il est néanmoins intéressant en raison de la rareté des Galéaspides postérieurs au Lochkovien supérieur. En Chine, la majorité des galéaspides décrits sont siluriens et lochkoviens. Seules quelques formes post-lochkoviennes sont bien datées, en particulier *Duyunolepis* Pan *et* Wang, 1982, *Paraduyunaspis* Pan *et* Wang, 1978 et *Neoduyunaspis* Pan *et* Wang, 1978 de la Formation de Shujiapin (Guizhou) et *Asiaspis* Pan, 1975 de la Formation de Nagaolin (Guangxi), qui sont associés avec *Euryspirifer tonkinensis* et datés du Praguien ou de l'Emsien inférieur (Pan & Dineley 1988). *Clarorbis* Pan *et* Ji, 1993, du Guangxi, est le seul galéaspide connu dans le Dévonien moyen (Pan & Ji 1993). Le plus récent galéaspide connu (et le seul du Dévonien supérieur) est une grande forme non nommée du Famennien du Groupe de Ningxia, en Chine du Nord (Pan 1987).

Classe PLACODERMI McCoy, 1848

PLACODERMI gen. et sp. indet.
(Fig. 15B)

Les niveaux de schistes verdâtres de la Formation de Mia Lé ont également livré de nombreux restes de placodermes qui semblent appartenir aux mêmes taxons que ceux des niveaux à vertébrés de la Formation de Bac Bun (pétalichthyides, antiarches et peut-être ptyctodontes). Une empreinte de grande plaque spinale ornée de fines rides et se prolongeant médialement par une plage finement tuberculée (Fig. 15B) pourrait être attribuée à un pétalichthyide, mais il s'agit probablement d'une forme différente de *Tongdzuylepis* n.g.

COMPLÉMENT À L'ÉTUDE DES VERTÉBRÉS DES FORMATIONS DE SI KA, BAC BUN ET KHAO LOC DU BAC BO

Depuis la parution des récentes publications sur les vertébrés des formations de Si Ka, Bac Bun et Khao Lôc des provinces de Thái Nguyên, Lang Son et Hà Giang (Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1987, 1990, 1995 ; Janvier *et al.* 1993 ; Tong-Dzuy Thanh *et al.* 1995), des récoltes effectuées par les auteurs, ainsi que par Lê Van Giang (Service Géologique du Viêt Nam) ont permis la découverte de quelques formes nouvelles ou de matériel qui vient compléter les données antérieures. En outre, la préparation plus poussée de

certains spécimens des collections antérieures apporte également des données nouvelles. Nous avons donc jugé utile de publier ici ce matériel nouveau et ces données complémentaires. Le matériel nouveau concerne essentiellement deux gisements : la vallée de Tòng Vài, près de Quan Ba (province de Hà Giang) et le gisement de Ban Nhuân (district de Phu Luong, province de Thái Nguyên). La révision de matériel ancien et additionnel concerne les gisements de Trang Xa (province de Thái Nguyên) et Dông Mo (province de Lang Son).

TONG VÀI

Les gisements de vertébrés de la vallée de Tòng Vài, près de Quan Ba (province de Hà Giang) sont localisés en trois points d'affleurement de la base de la Formation de Khao Lôc, autour du village de Tòng Vài (coupe de Tông Vài-Luông Khô ; v. carte de localisation *in* Tong-Dzuy Thanh *et al.* 1995) et à 500 m au sud de Tòng Vài, autour du hameau de Khao Lôc (coupes de Thuong Lâm et de Khao Lôc-Pak Xum). La base de la Formation de Khao Lôc était datée initialement du Lochkovien supérieur ou du Praguien inférieur. Comme nous le verrons plus loin, le nouveau matériel de vertébrés récolté dans ces niveaux suggère plutôt un âge lochkovien, et plus probablement lochkovien inférieur. La faune de ces gisements a été étudiée par Tong-Dzuy Thanh *et al.* (1995) qui y ont reconnu les formes suivantes :

GALEASPIDA
Polybranchiaspis liaojaoshanensis Liu, 1965

PLACODERMI
Acanthothoraci gen. et sp. indet. (probablement deux espèces)
Antiarcha gen. et sp. indet.

SARCOPTERYGII
Youngolepis praecursor Chang *et* Yu, 1981

Cette faune de vertébrés est associée à de nombreux ostracodes, quelques brachiopodes inarticulés et des bivalves indéterminés. Récemment des travaux de terrain effectués dans cette même région par l'un de nous (T. H. P, en collaboration avec Lê Van Giang, du Service Géologique du Viêt Nam) ont permis de découvrir, dans le même niveau de la Formation de Khao Lôc, un matériel complémentaire comprenant des formes qui n'avaient pas été identifiées dans les premières récoltes (Ta Hoa Phuong *et al.* 1996) et qui modifient quelque peu l'âge initialement attribué à ces niveaux.

Ordre GALEASPIDA Halstead Tarlo, 1967
Sous-ordre POLYBRANCHIASPIDIFORMES Liu, 1965
Genre *Laxaspis* Liu, 1975

Laxaspis yulongssus (Liu, 1975)
(Figs 16, 17A)

Polybranchiaspis yulongssus Liu, 1975 : 207, pl. 3, fig. 1.

Un bouclier céphalique pratiquement complet a été trouvé dans les schistes bitumineux de la Formation de Khao Lôc. Il s'agit d'une forme nettement différente de *Polybranchiaspis liaojaoshanensis* Liu, 1965 décrite précédemment dans ces mêmes niveaux (Tong-Dzuy *et al.* 1995), bien que sa morphologie générale soit de type « polybranchiaspiforme » (*sensu* Liu 1975). Cette espèce diffère de *P. liaojaoshanensis* par sa taille, très nettement plus grande, par son orifice médian dorsal circulaire, ses orbites plus rapprochées et, surtout, la structure de son système latéral qui est constitué de sillons sur la surface externe de l'exosquelette, au contraire de *P. liaojaoshanensis*, dont le système latéral est constitué de canaux clos (Tong-Dzuy *et al.* 1995). En outre, l'extrémité distale de ces sillons présente des ramifications nombreuses, qui s'anastomosent pour former un réseau à structure polygonale, les sillons secondaires passant entre les tubercules de l'ornementation (Fig. 16). Cette structure très particulière des sillons du système latéral a été décrite par Liu (1975) chez les genres *Laxaspis*, *Dongfangaspis* et *Cyclodiscaspis* du Groupe de Cuifengshan du Yunnan oriental et Pan (1992) a considéré ce caractère comme diagnostique de la famille des cyclodiscaspididés, dans laquelle il inclut ces trois genres, ainsi que *Damaspis* Wang *et* Wang, 1982. Le genre *Diandongaspis* Liu, 1975 est synonyme de

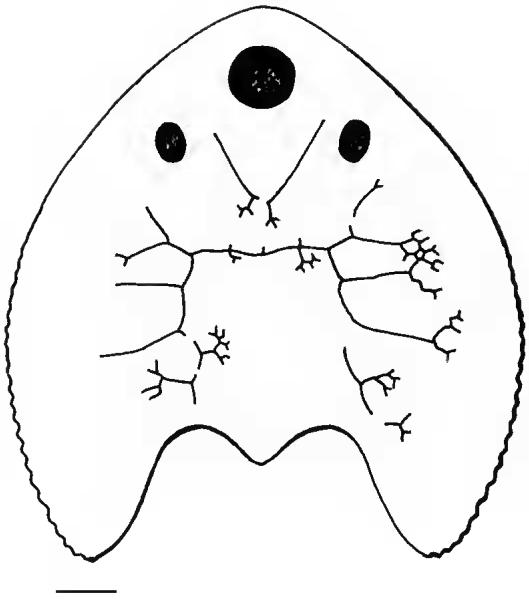

FIG. 16. — *Laxaspis yulongssus* (Liu), Formation de Khao Lôc, Lochkovien, coupe de Tòng Vài-Luông Khô, Tòng Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam. Répartition des sillons sensonels sur la face dorsale du bouclier céphalique, fondée sur le spécimen CS03b (Fig. 16A). Échelle : 10 mm.

Laxaspis et l'espèce *Polybranchiaspis yulongssus* Liu, 1975 est à rapporter au genre *Laxaspis* (Pan 1992). Bien que son holotype (et seul spécimen décrit) soit assez mal conservé, *Laxaspis yulongssus* présente une ressemblance frappante avec ce spécimen de Tòng Vài, que nous rapportons donc à cette espèce. L'ornementation dermique de ce spécimen est très voisine de celle de *Polybranchiaspis liaojaoshanensis* (Tong-Dzuy *et al.* 1995, pl. 3, fig. 1a) et constituée de grands tubercules secondaires coniques, eux-mêmes ornés de petits tubercules primaires alignés. *L. yulongssus* n'est connu que dans la Formation de Xishancun du Groupe de Cuifengshan. C'est dans ce même membre que l'on rencontre l'antiarche *Minicrania lirouyii* Zhu *et* Janvier, 1996, ainsi que d'abondants restes de petits acanthothoracides (Zhu, comm. pers.) identiques à ceux décrits à Tòng Vài (Tong-Dzuy *et al.* 1995, fig. 6). Ceci suggère que la base de la Formation de Khao Lôc est à corréler avec la Formation de Xishancun, plutôt qu'avec celle de Xitun.

Genre *Polybranchiaspis* Liu, 1965

Polybranchiaspis liaojashanensis
Liu, 1965
(Fig. 17B)

De nombreux boucliers céphaliques de *P. liaojaoshanensis* se rencontrent également dans ces mêmes schistes bitumineux de la Formation de Khao Lôc et sont identiques à ceux décrits précédemment de Tòng Vài par Tong-Dzuy *et al.* (1995) ainsi qu'à ceux des formations Xishancun et de Xitun du Yunnan oriental.

Classe PLACODERMI McCoy, 1848
Ordre ANTIARCHA Cope, 1885
Fam. indet.

Genre *Minicrania* Zhu *et* Janvier, 1996

La cuirasse thoracique d'un très petit antiarche (Fig. 18) est attribuée au genre *Minicrania* Zhu *et* Janvier, 1996. Bien que légèrement déformée par l'écrasement, cette cuirasse présente tous les caractères de ce genre : fusion de toutes les plaques dermiques, position des crêtes de l'ornementation externe. Elle diffère cependant de l'espèce-type de ce genre (et unique espèce connue jusqu'alors), *M. lirouyii* Zhu *et* Janvier, 1996, par une absence presque totale d'ornementation tuberculée. Seuls quelques rares tubercules sont présents sur la crête médiane dorsale. Cette différence peut être considérée comme un caractère spécifique et nous attribuons ce spécimen à une espèce nouvelle.

Minicrania lissa n.sp.
(Figs 18, 19)

HOLOTYPE. — Une cuirasse thoracique conservée en empreinte et montrant la face dorsale, légèrement déformée (Fig. 18), musée du Servive Géologique du Viêt Nam, Hanoi (n° CS03a).

LOCALITÉ-TYPE. — Vallée de Tòng Vài, district de Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam.

NIVEAU-TYPE. — Dévonien inférieur, Formation de Khao Lôc, Lochkovien supérieur ou Praguien inférieur.

ÉTYMOLOGIE. — Du latin *lissus*, lisse.

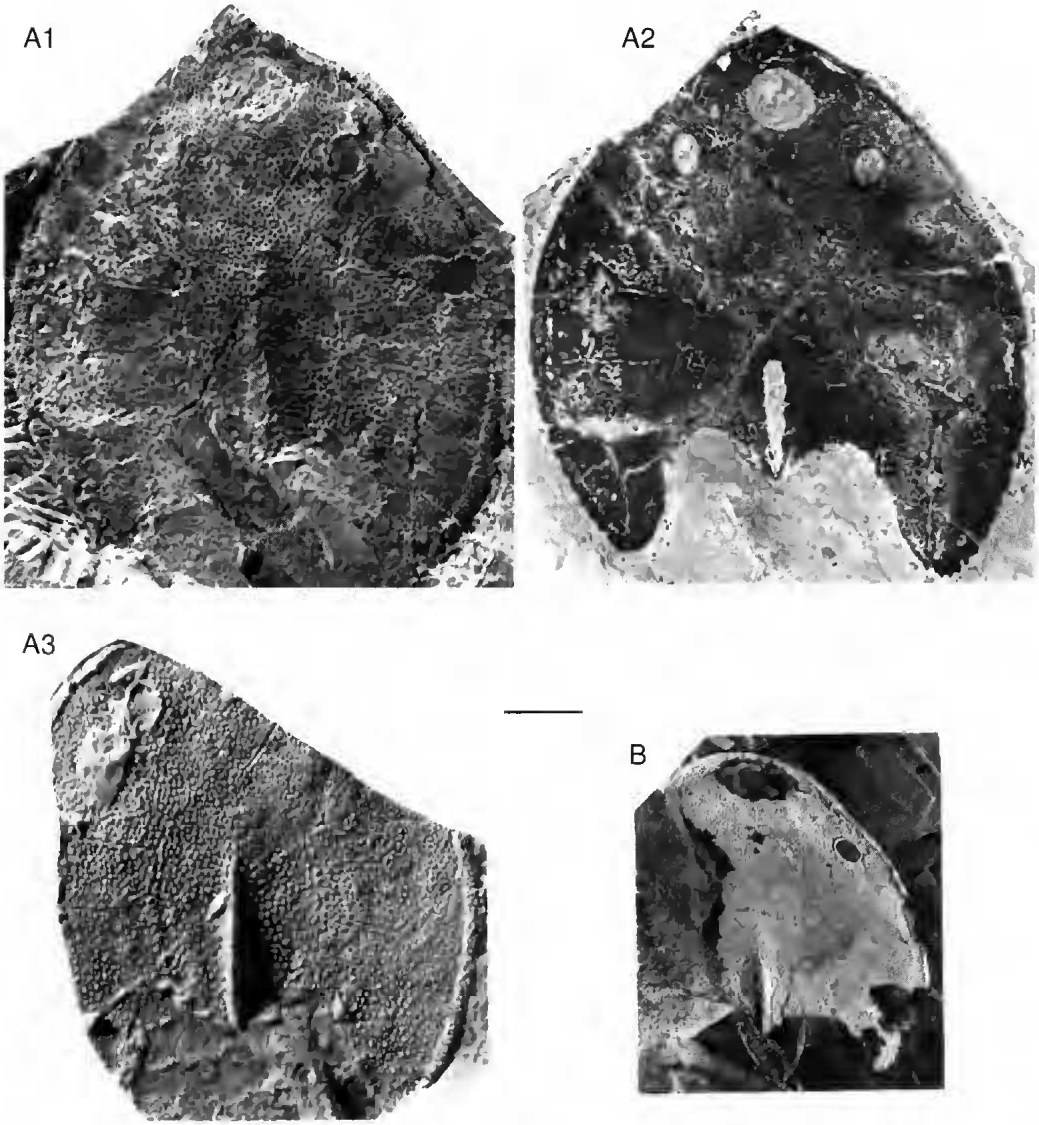

FIG. 17. — Galeaspida, Formation de Khao Lôc, Lochkovien, coupe de Tòng Vài-Luông Khô, Tòng Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, *Laxaspis yulongssus* (Liu), bouclier céphalique en vue dorsale (CS03b), photographié à sec (A1) et en immersion (A2), moulage en élastomère de sa contre-empreinte (A3) ; **B**, *Polybranchiaspis liaojaoshanensis* Liu, bouclier céphalique incomplet en vue dorsale (CS03e). Échelle : 10 mm.

MATÉRIEL. — L'holotype seul (n° CS03a, Musée du Servive Géologique du Viêt Nam, Hanoi).

DIAGNOSE. — Espèce de *Minicrania* pratiquement dépourvue d'ornementation tuberculée.

DESCRIPTION

L'holotype de *M. lissa* a la taille des plus grands spécimens de *M. lirouyii* (Zhu & Janvier 1996, fig. 2H), soit 7 mm de longueur médiane dorsale et environ 5 mm de largeur au niveau de l'angle prépectoral (autant qu'il est possible de l'estimer, du fait de la déformation). Les crêtes longitudinales saillantes qui ornent la surface de la cuirasse ont exactement la même disposition que chez *M. lirouyii* (Zhu & Janvier 1996, figs 4, 9A). On

FIG. 18. — *Minicrania lissa* n.sp., Formation de Khao Lôc, Lochkovien, coupe de Tòng Vài-Luông Khô, Tòng Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam. Moulage en élastomère de la cuirasse thoracique en vue dorsale (holotype, CS03c). Échelle : 3 mm.

distingue clairement des crêtes dorsales médiales (crmd, Fig. 19C), de part et d'autre de la crête médiane (crm, Fig. 19C), et deux paires de crêtes dorsales latérales (crdl, Fig. 19C). La lame subbranchiale, ou subcéphalique (lsbr, Fig. 19C), est vaste, arrondie antérieurement et limitée postérieurement par de très fortes crêtes transverses internes antérieures (cita, Fig. 19B, C). La surface ventrale du moulage interne de la cavité thoracique (Fig. 19B), montre nettement la trace de ces crêtes, qui ont exactement la même orientation que chez *M. lirouyii* (Zhu & Janvier 1996, fig. 2E). La seule différence entre *M. lirouyii* et *M. lissa* réside dans l'absence d'ornementation tuberculée chez cette dernière espèce. Malgré la finesse du sédiment, l'empreinte de la surface externe de la cuirasse semble presque lisse, marquée seulement par quelques petits tubercules dispersés sur les crêtes, et en particulier la crête médiane dorsale (Fig. 19A). Au contraire, tous les spécimens de *M. lirouyii* décrits par Zhu & Janvier (1996) ont une ornementation de tubercules très marquée et dense.

M. lirouyii est connue exclusivement dans la Formation de Xishancun du Groupe de

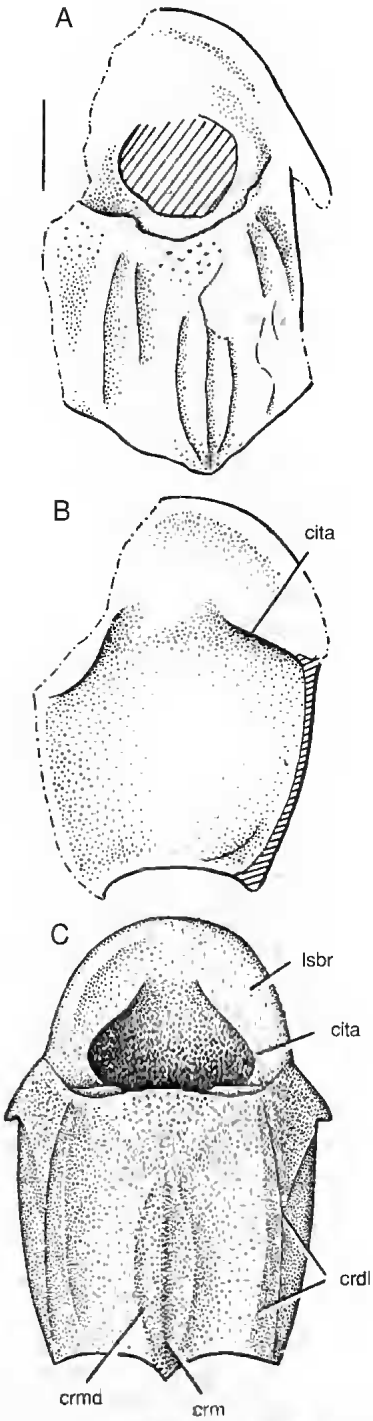

FIG. 19. — *Minicrania lissa* n.sp., Formation de Khao Lôc, Lochkovien, coupe de Tòng Vài-Luông Khô, Tòng Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, dessin à la chambre claire du moulage en élastomère de la surface dorsale de la cuirasse thoracique (holotype, CS03c) ; **B**, dessin à la chambre claire du moulage en élastomère de la surface ventrale du moule naturel interne de la cuirasse thoracique, avant préparation du moule naturel externe ; **C**, essai de reconstitution de la cuirasse thoracique en vue dorsale. **cita**, crête interne transverse antérieure ; **crdl**, crêtes dorsolatérales ; **crm**, crête médiane dorsale ; **crmd**, crête dorsomédiale ; **lsbr**, lame subbranchiale. Échelle : 2 mm.

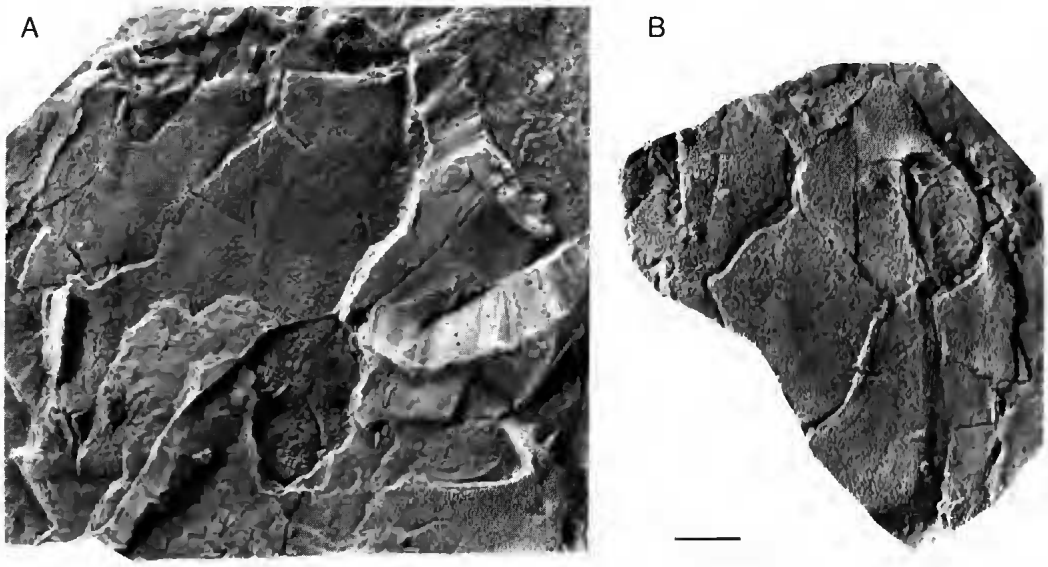

Fig. 20. — *Heteroyunnanolepis qujingensis* Z. S. Wang, Formation de Khao Lôc, Lochkovien, coupe de Tòng Vài-Luông Khô, Tòng Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam. Cuirasse thoracique : **A**, en vue dorsale ; **B**, vue ventrale (moulage en élastomère de CS03d). Échelle : 10 mm.

Cuifengshan au Yunnan occidental. Cette formation, attribuée au Lochkovien, est sous-jacente à la Formation de Xitun, avec laquelle ont été corrélés les gisements de vertébrés des formations de Si Ka et Bac Bun du Viêt Nam (Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990, 1994). Il est toutefois probable que la répartition stratigraphique de *Minicrania* est plus large, car une cuirasse attribuable à ce genre a été identifiée dans la Formation de Bac Bun (v. plus haut).

Sous-ordre YUNNANOLEPIDOIDEI
Miles, 1968
Fam. indet.
Genre *Heteroyunnanolepis* Z. S. Wang, 1994

Heteroyunnanolepis qujingensis
Z. S. Wang, 1994
(Fig. 20)

Une cuirasse thoracique presque complète, découverte dans la partie inférieure de la Formation de Khao Lôc, dans la coupe de Tòng Vài-Luông Khô, est pratiquement identique à *Heteroyunnanolepis qujigensis* Z. S. Wang, 1994, redécrit par Zhu (1996, figs 16, 17). On y observe le même contact médian entre les plaques ADL, la même position dorsolatérale du sillon de la ligne latérale principale sur ces plaques (Fig. 20A), et la même forme de la plaque médiane ventrale (Fig. 20B). Ce spécimen montre, en outre, la plaque semi-lunaire, inconnue sur l'holotype de cette espèce, et qui s'avère unique et de forme triangulaire (Fig. 20B). Quelques plaques isolées, de la même formation mais d'autres gisements de la même région (coupe de Khao Lôc-Pak Xum, coupe de Thuong Lam), appartiennent également à cette même espèce. *H. qujigensis* est connue dans la Formation de Xishancun du Groupe de Cuifengshan au Yunnan oriental, tout comme *Laxaspis yulongssus*, *Minicrania lirouyii* et de petits acanthothoracides identiques à ceux décrits de Tòng Vài. Zhu (1996) a suggéré que *Yunnanolepis meemannae* Tong-Dzuy *et* Janvier, 1994, connu à Trang Xa, pourrait appartenir à *Heteroyunnanolepis*, bien que différente de *H. qujingensis*. La cuirasse thoracique basse et large de *Y. meemannae* ainsi que l'absence de bosse médiane sur sa plaque PMD sont effectivement des arguments en faveur de cette attribution.

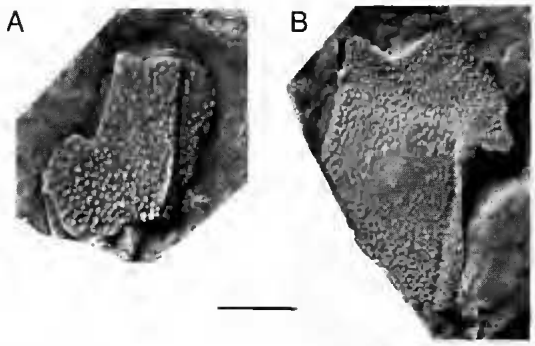

Fig. 21. — Antiarcha, Formation de Khao Lôc, Lochkovien supérieur, coupe de Tông Vài-Luông Khô, Tông Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam ; **A**, *Zhanjilepis aspratilis* Zhang, plaque postéro-dorsolatérale en vue dorsale (CS03f) ; **B**, Yunnanolepidoidei gen. et sp. indet., plaque antéro-ventrolatérale en vue ventrale (CS03e, voir détail du récessus brachial sur la figure 22). Échelle : 5 mm.

Fam. indet.
Genre *Zhanjilepis* G. R. Zhang, 1978

Zhanjilepis aspratilis
G. R. Zhang, 1978
(Fig. 21A)

Plusieurs plaques thoraciques provenant des schistes bitumineux de la base de la Formation de Khao Lôc dans la coupe de Tông Vài-Luông Khô présentent des proportions et une ornementation identiques à celles de *Zhanjilepis aspratilis* (Zhang 1978, figs 18-21, pl. 8 ; Zhu 1996, fig. 15, pls 3 : 9-11, 4 : 10) des formations de Xishancun et Xitun au Yunnan oriental. L'une d'elles est une plaque PDL dont la surface est ornementée de très gros tubercules largement espacés, et entre lesquels se trouvent de très petits tubercules (Fig. 21A). Le sillon de la ligne latérale principale y est large et bordé par un bourrelet saillant. Elle est identique à celle décrite par Zhu (1996 : fig. 15D).

YUNNANOLEPIDOIDEI gen. et sp. indet.
(Figs 21B, 22)

Une plaque AVL de petite taille, mais dont la forme et l'ornementation diffèrent de celles de *Heteroyunnanolepis* et *Zhanjilepis*, présente un récessus brachial très bien conservé dont l'empreinte naturelle a pu être moulée à l'élastomère (rbr, Fig. 22). Il présente une curieuse structure en cornet (sco, Fig. 22), accolée à sa surface antérieure et qui rappelle la structure en entonnoir décrite par Janvier (1995, fig. 7D) dans le récessus brachial d'un antiarche indéterminé de la Formation de Xitun du Yunnan. Cette structure semble occuper la même position que le « *funnel groove* » (sillon en entonnoir) de *Chuchinolepis* (*Procondylolepis*) décrit par Zhang

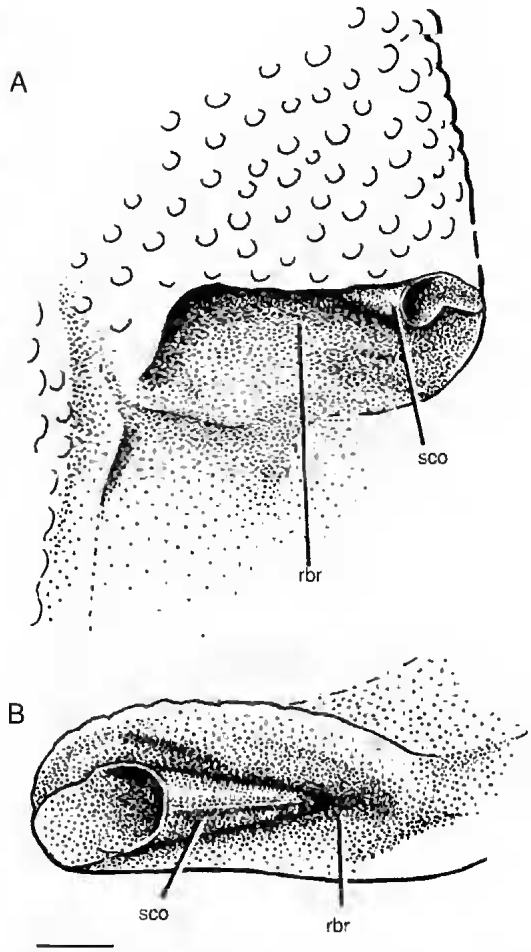

Fig. 22. — Yunnanolepidoidei gen. et sp. indet., Formation de Khao Lôc, Lochkovien, coupe de Tông Vài-Luông Khô, Tông Vài, Quan Ba, province de Hà Giang, Viêt Nam. Plaque antero-ventrolaterale ; **A**, dessin à la chambre claire du récessus brachial en vue postero-ventrale ; **B**, *idem*, vue postérieure (moulage en élastomère de CS03e, même spécimen que sur la figure 21A) **sco**, structure en forme de cornet correspondant probablement à une partie externe du scapulocoracoïde ; **rbr**, récessus brachial. Échelle : 1 mm.

& Young (1992) et que ces auteurs supposaient avoir logé un prolongement du scapulocoracoïde assurant l'articulation avec les éléments endosquelettiques de la nageoire pectorale. Ils supposaient également que ce sillon correspondait à la partie antérieure du « *funnel pit* » (canal en entonnoir) des euantiarches. La découverte, sur ce spécimen, d'une structure vraisemblablement endosquelettique en forme de cornet pouvant s'adapter parfaitement au « *funnel groove* » des procondylolépiformes et au « *funnel pit* » des euantiarches, semble corroborer cette hypothèse.

Ordre ACANTHOTHORACI Stensiö, 1948

ACANTHOTHORACI gen. et sp. indet.

Parmi les nouveaux spécimens de la Formation de Khao Lôc se trouvent quelques plaques d'acanthothoracides, dont l'ornementation de tubercules étoilés est identique à celle de ceux décrits par Tong-Dzuy Thanh *et al.* (1995). Certains proviennent des niveaux de schistes bitumineux de la coupe de Tòng Vài-Luông Khô, d'autres de niveaux gréseux de la coupe Khao Lôc-Pak Xum.

BAN NHUAN

Le gisement de Ban Nhuân, district de Phu Luong, province de Thái Nguyên (v. carte de localisation *in* Janvier *et al.* 1993), se situe stratigraphiquement au sommet de la Formation de Si Ka et à la base de la Formation de Bac Bun, dans d'épaisses dolomies grisâtres et gréseuses par endroits. Ce gisement a livré principalement un très grand galéaspide, *Bannhuanaspis vukhuci* Janvier *et al.*, 1993, mais aussi des restes assez abondants d'antiarches et de sarcoptérygiens youngolépides qui n'avaient pas été décrits. Les divers restes de sarcoptérygiens semblent devoir être rapportés au genre *Youngolepis* Chang *et* Yu, 1981, très abondant dans tous les gisements des formations de Si Ka et Bac Bun de cette région. Le gisement de Ban Nhuân a livré également des plaques ou fragments de plaques d'antiarches parfois remarquablement grandes, et présentant généralement une ornementation de très gros tubercules, proéminents et souvent recourbés en crochet au niveau des angles des plaques

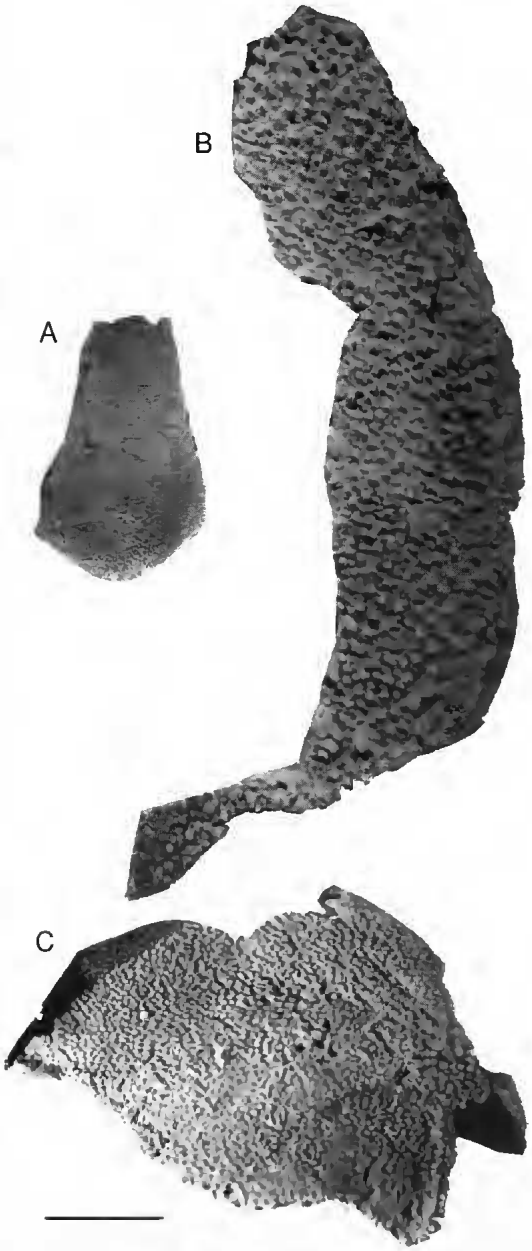

FIG. 23. — Antiarcha, sommet de la Formation de Si Ka ou base de la Formation de Bac Bun, Ban Nhuân, province de Thái Nguyên, Viêt Nam ; **A**, *Chuchinolepis dongmoensis* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, plaque médiane dorsale postérieure en vue dorsale (BT 206a) ; **B**, **C**, *Yunnanolepis spinulosa* n.sp. : **B**, fragment d'une grande plaque postéro-ventrolatérale en vue ventrale (holotype, BT 206b) ; **C**, plaque antéro-ventrolatérale incomplète en vue ventrale (BT 206c). Echelle : 10 mm.

(Fig. 25). Hormis leur ornementation, ces plaques sont morphologiquement identiques à celles de *Y. chii* Liu, 1963, l'espèce-type du genre

Yunnanolepis. Une plaque antéro-ventrolatérale (BT 206c, Fig. 20C) est pratiquement identique à celle de *Y. chii* Liu (Zhang 1978), avec toutefois un récessus brachial un peu plus vaste. Cependant, aucune des espèces connues de ce genre (*Y. chii* Liu, 1963 ; *Y. porifera* Zhu, 1996 ; *Y. bacboensis* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990 ; *Y. deprati* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990) ne présente une ornementation de ce type. Chez ces espèces, les tubercules sont arrondis, serrés et ne deviennent jamais spiniformes. Nous choisissons donc ici d'attribuer la forme de Ban Nhuân à une espèce nouvelle.

Classe PLACODERMI McCoy, 1848
Ordre ANTIARCHA Cope, 1885
Sous-ordre YUNNANOLEPIDOIDEI Miles, 1968
Famille YUNNANOLEPIDIDAE Gross, 1965
Genre *Yunnanolepis* Liu, 1963

Yunnanolepis spinulosa n.sp.
(Figs 23B, C, 25)

Yunnanolepis sp. – Janvier *et al.* 1993 : 299.

HOLOTYPE. — Plaque postéro-ventrolatérale (PVL) incomplète (BT206a, Fig. 23B).

LOCALITÉ-TYPE. — 1 km à l'ouest de Ban Nhuân.

NIVEAU-TYPE. — Base de la Formation de Bac Bun.

ÉTYMOLOGIE. — Du latin *spinulosus*, porteur de petites épines.

MATÉRIEL. — Cuirasse thoracique très déformée (BT206d) dont la plaque AVL gauche est presque intacte (Fig. 25A) ; plaque AVL gauche (BT206e, Fig. 23C) ; plaque AVL droite (BT206e, Fig. 25B) ; fragments divers (numérotés collectivement CS02f).

DIAGNOSE. — *Yunnanolepis* dont l'ornementation est constituée de tubercules élevés, espacés et spiniformes.

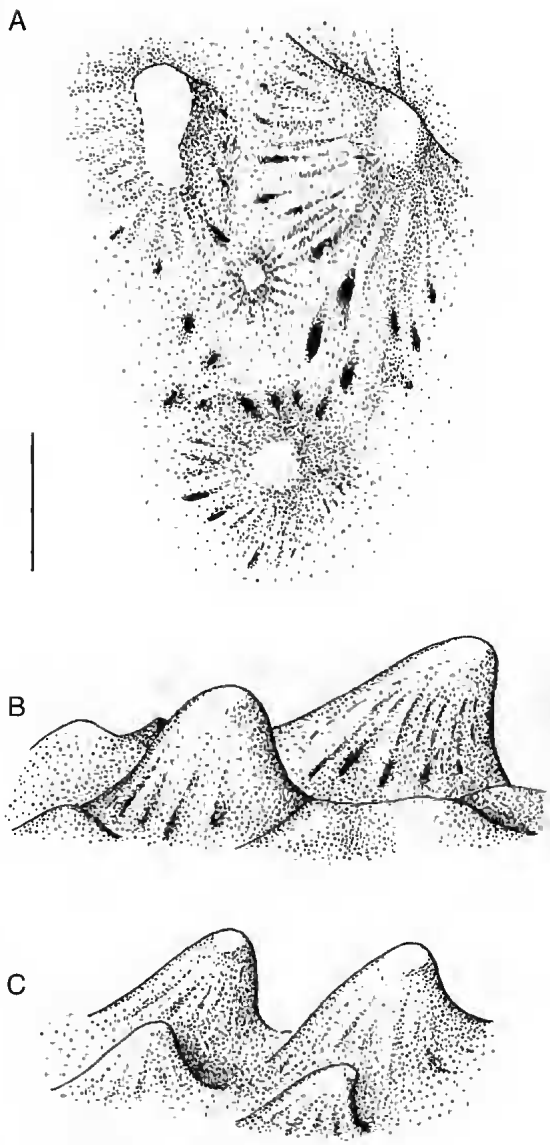

FIG. 24. — *Yunnanolepis spinulosa* n.sp., sommet de la Formation de Si Ka ou base de la Formation de Bac Bun, Ban Nhuân, province de Thái Nguyên. Vue de détail de deux types de tubercules de l'holotype (Fig. 23B) : **A**, au centre de la plaque ; **B**, **C**, au niveau de l'angulation marginale. Dessins à la chambre claire. Échelle : 1 mm.

DESCRIPTION

Autant que l'on peut en juger par les quelques plaques identifiables de cette espèce, la morphologie générale de *Y. spinulosa* est probablement assez voisine de celle de *Y. chii* ou *Y. bacboensis*. Seule l'ornementation en est nettement différente et caractérisée par des tubercules très élevés, pointus, recourbés vers l'arrière, et dont la base est souvent costulée (Fig. 24). Il est peu probable que cette ornementation soit dépendante de la taille et de l'âge des individus. En effet, la cuirasse thoracique désarticulée BT206d est de taille

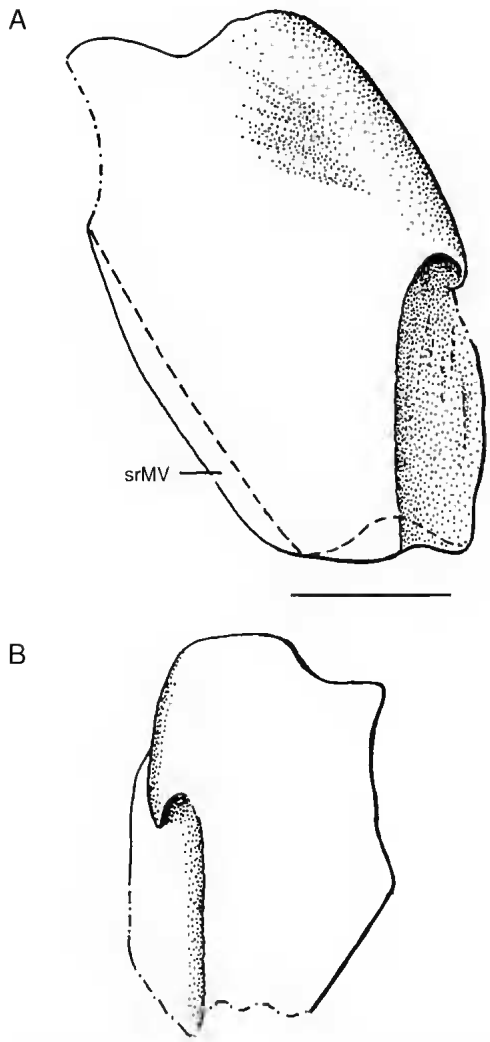

FIG. 25. — *Yunnanolepis spinulosa* n.sp., sommet de la Formation de Si Ka ou base de la Formation de Bac Bun, Ban Nhuân, province de Thái Nguyên : **A**, plaque antéro-ventrolatérale gauche en vue ventrale (BT 206d) : **B**, plaque antéro-ventrolatérale droite en vue ventrale (BT 206e). **srMV**, surface de recouvrement pour la plaque mediane ventrale (visible sur la surface interne). Echelle : 10 mm.

moyenne (de l'ordre de celles de *Y. bacboensis* de Dông Mo), mais présente déjà de tels tubercules spiniformes ou étirés. Le spécimen choisi comme holotype de *Y. spinulosa*, en raison de son ornementation particulièrement bien conservée, est un fragment d'une très grande plaque PVL, donc appartenant à un individu relativement âgé (Fig. 23B). Il est d'une taille comparable au fragment d'une très grande plaque ADL de *Yunnanolepis* sp. de Dông Mo décrit par Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1990, pl. 6, fig. 5a) et qui, pourtant, présente une ornementation de tubercule bas, arrondis et serrés. Il est possible que *Y. spinulosa* soit présent dans d'autres gisements que Ban Nhuân, comme le suggèrent certains fragments de plaques de Trang Xa, ornés de tubercules espacés et proéminents. Outre cette espèce, le seul yunnanolepidé possédant une ornementation de gros tubercules est *Zhanjilepis aspratilis* Zhang, 1978, des formations de Xishancun et Xitun du Groupe de Cuifengshan du Yunnan oriental ; mais là, de très petits tubercules sont présents entre les gros tubercules clairsemés (Zhu 1996, pl. 3, figs 9, 10), ce qui n'est pas le cas chez *Y. spinulosa*. De plus, *Z. aspratilis* présente une cuirasse thoracique beaucoup plus courte et trapue que celle de *Y. spinulosa*.

La cuirasse thoracique désarticulée et déformée BT206d, ainsi que diverses plaques isolées, permettent de donner quelques précisions sur certains caractères morphologiques. Elle montre notamment la présence d'une bosse irrégulière et couverte de gros tubercules à l'extrémité postéro-ventrale de la plaque postéro-ventrolatérale et d'une très grande plaque médiane ventrale (inférée de la longueur de sa surface de recouvrement sur la plaque antéro-ventrolatérale ; srMV, Fig. 25A), caractères qui confirment l'appartenance de cette espèce au genre *Yunnanolepis* (Zhu 1996).

YUNNANOLEPIDOIDEI gen. et sp. indet. (Fig. 26)

Un autre yunnanolepidoïde est probablement représenté par une unique plaque antéro-ventrolatérale incomplète, qui diffère nettement de celle de *Y. spinulosa* n.sp. et des autres espèces de *Yunnanolepis* par sa lame latérale portant de nombreuses crêtes qui convergent vers le récessus brachial (Fig. 26A). Cette plaque semble avoir les proportions de celle de *Y. bacboensis* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990, et sa suture postérieure avec la plaque postéro-ventrolatérale présente une échancrure (ech, Fig. 26A) caractéristique des Yunnanolepidoidei (*sensu* Zhu 1996). Sa surface interne montre également la paroi antérieure d'un récessus ventrolatéral (rvl, Fig. 26B). Le récessus brachial n'est pas conservé.

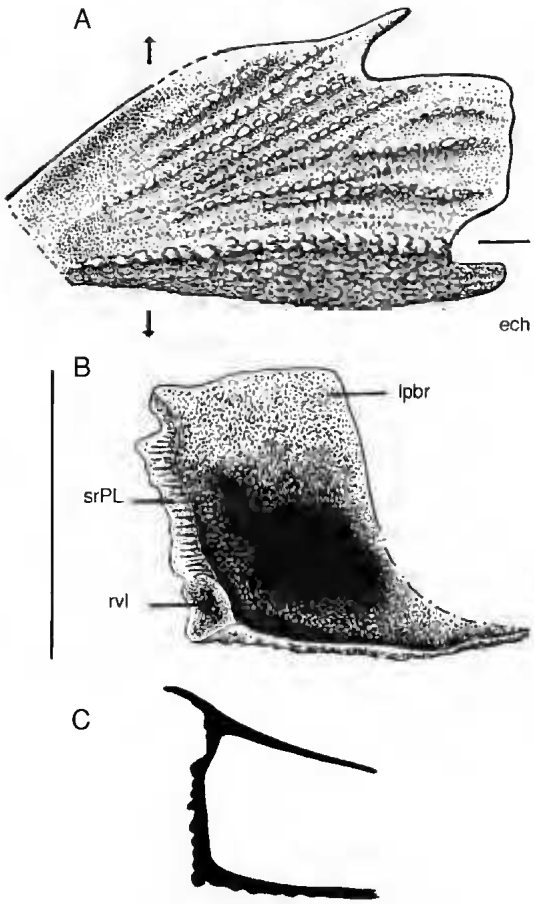

FIG. 26. — Antiarcha gen. et sp. indet., sommet de la Formation de Si Ka ou base de la Formation de Bac Bun, Ban Nhuân, province de Thái Nguyên. Plaque antéro-ventrolatérale gauche (BT 206f) : **A**, vue latérale ; **B**, vue postérieure ; **C**, coupe au niveau indiqué en A. **ech**, échancrure postérolatérale ; **lpbr**, lame postbranchiale ; **rvl**, récessus ventrolatéral ; **srPL**, surface de recouvrement pour la plaque postérolatérale. Échelle : 5 mm.

Famille CHUCHINOLEPIDIDAE K. J. Chang, 1978
Genre *Chuchinolepis* Chang, 1978

Chuchinolepis dongmoensis
Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990
(Fig. 23A)

Le gisement de Ban Nhuân a également livré quelques plaques de *Chuchinolepis*, en particulier une plaque médiane dorsale postérieure (Fig. 23A) qui présente tous les caractères de celle de *C. dongmoensis* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990, à savoir une forme plus allongée que celle de *C. qujinensis* Zhang, 1978 et une légère bosse médiane postérieure.

Classe SARCOPTERYGII Romer, 1955
Ordre DIPNOMORPHA Ahlberg, 1991
Famille YOUNGOLEPIDIDAE Gardiner, 1984
Genre *Youngolepis* Chang *et* Yu, 1981

Youngolepis sp.

Les restes de *Youngolepis* du gisement de Ban Nhuân semblent identiques à ceux de Dông Mo et Trang Xa, autant que l'on puisse en juger par des écailles et quelques os dermiques isolés, dont une plaque gulaire.

DONG MO
Les vertébrés du gisement de Dông Mo (v. carte de localisation *in* Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990), province de Lang Son, ont fait l'objet d'une monographie (Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990) fondée essentiellement sur le matériel provenant d'une lentille extrêmement riche mise au jour dans la Formation de Bac Bun lors de l'élargissement de la route Dông Mo-Tu Dôn. Cette lentille a maintenant presque entièrement disparu et peu de matériel nouveau a pu être récolté depuis à cet endroit. Nous ferons ici quelques commentaires sur deux taxons, le galéaspide et l'un des antiarches de ce gisement. Par ailleurs, quelques restes de vertébrés ont également été trouvés dans la Formation de Mia Lé qui affleure à Dông Mo, au-dessus des formations de Si Ka et de Bac Bun, le long de la route Dông Mo-Tu Dôn. Nous avons pu y reconnaître au moins une plaque de placoderme dont l'ornementation est identique à celle de *Tongdzuylepis vietnamensis*. Ces fragments se trouvent dans une lumachelle à brachiopodes.

Ordre GALEASPIDA Halstead Tarlo, 1967

GALEASPIDA gen. et sp. indet.

Polybranchiaspis sp. – Tong-Dzuy & Janvier 1990, fig. 4, pl. 1. – Janvier 1990, fig. 1.

Le seul bouclier de galéaspide découvert dans la

Formation de Bac Bun à Dông Mo a été décrit par Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1990, fig. 4, pl. 1, fig. 1) comme « *Polybranchiaspis* sp. ». Bien qu'incomplet et assez mal conservé, ce bouclier présente des dimensions, un contour et une position de l'ouverture médiane dorsale très voisines de celle de ce genre connu dans le Lochkovien-Praguien du Yunnan oriental et du nord du Bac Bo (gisement de Tông Vài ; Tong-Dzuy Thanh *et al.* 1995). En revanche, la structure et l'ornementation de son exosquelette apparaissent maintenant comme très différentes de celles de *Polybranchiaspis*. Les fragments d'exosquelette de galéaspides, abondants dans le gisement de Dông Mo, ont aussi servi de base à la première description de la structure de l'exosquelette des galéaspides (Janvier 1990) et ont donc été rapportés par erreur à *Polybranchiaspis*. En effet, à l'époque de la description de ce spécimen, le détail de la structure et de l'ornementation de l'exosquelette de *Polybranchiaspis* était inconnu. Ce n'est qu'avec l'étude des spécimens de *Polybranchiaspis liaojaoshanensis* de Tông Vài (Tong-Dzuy Thanh *et al.* 1995) qu'elle a été décrite, se révélant nettement différente de celle du spécimen de Dông Mo. L'ornementation de *Polybranchiaspis* est constituée de tubercules costulés complexes, entourés de tubercules secondaires, et la structure de la couche moyenne de son exosquelette montre des cavités internes assez vastes. Au contraire, l'ornementation du spécimen de Dông Mo est constituée uniquement de petits tubercules arrondis, étroitement accolés et disposés en rangées le long des bords du bouclier. D'autre part, la structure de l'exosquelette ne montre pas de larges lacunes, à l'exception de petites cavités basales, au niveau de la jonction entre deux unités dermiques adjacentes. Par sa structure exosquelettique, le galéaspide de Dông Mo est donc beaucoup plus proche de *Bannhuanaspis* Janvier *et al.*, 1993 du gisement de Ban Nhuân. Il est donc clair que le galéaspide de Dông Mo n'appartient pas au genre *Polybranchiaspis*. Malheureusement l'ornementation et la structure du bouclier dermique des quelques soixantes espèces de galéaspides décrites en Chine n'est pas encore connue (travail en cours effectué par Zhu Min, Beijing), ce qui interdit toute considération de ce caractère dans l'attribution systématique du spécimen de Dông Mo dont, par ailleurs, la morphologie du bouclier reste mal connue.

Classe PLACODERMI McCoy, 1848
Ordre ANTIARCHA Cope, 1885
Ord. et fam. indet.
Genre *Vanchienolepis*
Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990

Vanchienolepis langsonensis
Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990
(Fig. 27)

Yunnanolepis sp. ou *Vanchienolepis langsonensis* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990 : fig. 14.

Parmi les antiarches de Dông Mo, l'une des formes les plus intéressantes est *Vanchienolepis langsonensis* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990, définie sur des plaques de la cuirasse thoracique. Par sa large fenestration ventrale, cette espèce avait été placée dans les Sinolepididae, bien que d'autres de ses caractères rappellent les yunnanolépidoïdes (yunnanolépiformes) (v. discussions *in* Janvier 1995 ; Zhu 1996). Parmi le matériel de Dông Mo se trouve un petit toit crânien légèrement désarticulé (CS-VND43a *in* Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990 ; Fig. 27A), exposé en vue interne, et dont la taille s'accorde parfaitement avec celle des plaques thoraciques de *Vanchienolepis*. En outre, il se trouve associé, sur le même bloc, avec une plaque médiane dorsale de *Vanchienolepis*. Ce toit crânien avait, du reste, été attribué avec hésitation à « *Yunnanolepis* sp. ou *Vanchienolepis langsonensis* » par Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1990, fig. 14). Nous avons préparé la face externe de ce crâne, en le transférant sur de la résine. Il apparaît comme pratiquement identique au toit crânien de différentes espèces de *Yunnanolepis* du même gisement ou des gisements du Yunnan (Fig. 27B). Il possède notamment une large dépression préorbitaire transversale (dpro, Fig. 27B), couverte de petits tubercules. En cela, il diffère donc nettement des Sinolepididae, dont la dépression préorbitaire est étroite, triangulaire, et limitée à la largeur de la plaque prémédiane (Ritchie *et al.* 1992). Il est à noter que la portion de toit crânien préservée sur

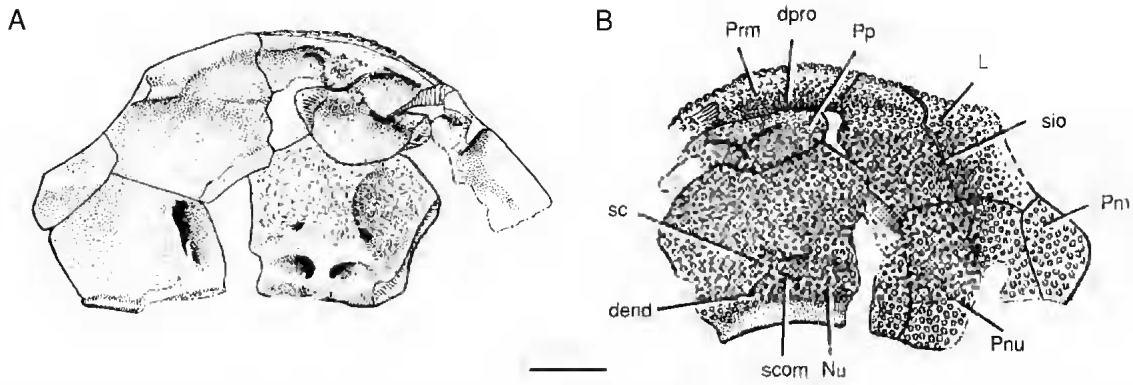

FIG. 27. — *Vanchienolepis langsonensis* ? Tong-Dzuy *et* Janvier, Formation de Bac Bun, Dông Mo, province de Lang Son, Viêt Nam ; **A**, dessin à la chambre claire de la surface ventrale du toit crânien CS-VND43a (d'après Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990, fig. 14) ; **B**, dessin à la chambre claire de la surface dorsale du même spécimen, préparé par transfert. **dend**, conduit endolymphatique externe ; **dpro**, dépression préorbitaire ; **L**, plaque latérale ; **Nu**, plaque nuchale ; **Pm**, plaque postmarginale ; **Pnu**, plaque paranuchale ; **Pp**, plaque postpinéale ; **Prm**, plaque prémédiane ; **sc**, sillon central ; **scom**, sillon commissural ; **sio**, sillon infra-orbitaire. Échelle : 2 mm.

le spécimen de *Vanchienolepis* sp. de la Formation de Xitun (Yunnan oriental) décrit par Janvier (1995, fig. 6) est également identique à la partie correspondante de celui de *Yunnanolepis*, avec toutefois des crêtes saillantes sur les plaques nuchale et latérale. Si ce toit crânien de Dông Mo appartient bien à *Vanchienolepis*, ceci corrobore pleinement l'interprétation de Zhu (1996), selon laquelle *Vanchienolepis* serait un Yunnanolepidoidei et non un Sinolepidae. Il reste cependant la question de la présence d'un assez large foramen axillaire chez *Vanchienolepis*, caractère inconnu chez les autres Yunnanolepi-doidei mais toujours présent chez les euantiarches et les Sinolepidae. Zhu (1996) considère ce foramen comme homoplastique. En revanche, la morphologie de la nageoire pectorale de *Vanchienolepis*, connue seulement sur le spécimen du Yunnan (Janvier 1995, fig. 6) est très semblable à celle des autres Yunnanolepidoidei chez qui elle est connue (*Yunnanolepis*, *Chuchinolepis*) et nettement différente de la nageoire bipartite des Sinolepidae (Ritchie *et al.* 1992, fig. 21).

Sous-ordre YUNNANOLEPIDOIDEI
Miles, 1968
Famille YUNNANOLEPIDIDAE Gross, 1965
Genre *Yunnanolepis* Liu, 1963

Yunnanolepis cf. *Y. porifera* Zhu, 1996

Yunnanolepis cf. *Y. parvus* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1990 : fig. 15, pl. 4 : 12.

Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1990, fig. 15, pl. 4 : 12) ont rapporté à *Yunnanolepis* cf. *Y. parvus* un moule interne d'une cuirasse thoracique et d'un toit crânien articulé provenant de Dông Mo (découvert dans un niveau attribué au sommet de la Formation de Si Ka et affleurant à l'occasion du creusement du réservoir du hameau de Tong Lot). L'aspect général, trapu, de ce spécimen est effectivement proche de celui d'une cuirasse thoracique attribuée à *Y. parvus* par G. R. Zhang (1978, pl. 5 : 5, 6) de la Formation de Xium du Yunnan. Cependant, Zhu (1996) a montré que ce spécimen du Yunnan était très différent de l'holotype de *Y. parvus* Zhang (1978, pl. 5 : 1) et l'a donc attribué à une nouvelle espèce, *Y. porifera*, tandis qu'il rapportait l'holotype de *Y. parvus* au genre *Mizia* Zhu, 1996. Il convient donc désormais de désigner ce spécimen de Dông Mo sous le nom de *Yunnanolepis* cf. *Y. porifera*.

TRANG XA

Le gisement de Trang Xa est le premier gisement de vertébrés dévoniens du Viêt Nam dont le matériel a été décrit depuis les travaux de

Mansuy (v. Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1987, 1990, 1994). Il comprend en fait plusieurs affleurements, tous situés stratigraphiquement dans la base de la Formation de Bac Bun et apparaissant dans divers canaux d'irrigation, ainsi que près du petit barrage hydroélectrique de Làng Dèn (v. carte de localisation *in* Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1990). De nouvelles récoltes effectuées sur ces gisements ainsi que la préparation de certains spécimens d'anciennes collections permettent de préciser leur composition faunique.

Ordre GALEASPIDA Halstead Tarlo, 1967

Il n'y a aucun reste de *Polybranchiaspis* dans la faune de Trang Xa et tous les fragments d'exosquelette de galéaspides récoltés présentent la même ornementation que la forme de Dông Mo (v. plus haut).

Classe PLACODERMI McCoy, 1848

Ordre ANTIARCHA Cope, 1885

Tout le matériel d'antiarche de Trang Xa semble appartenir au genre *Yunnanolepis* et la majorité en est attribuée à l'espèce *Y. meemannae* Tong-Dzuy Thanh *et* Janvier, 1994. Cependant, par la dépression dorso-ventrale de sa cuirasse thoracique, cette espèce évoque le genre *Heteroyunnanolepis*, comme l'a souligné Zhu (1996), bien que les principaux caractères diagnostiques de ce genre ne soient pas observables sur le matériel connu à ce jour. Certains fragments de plaques, cependant, présentent une ornementation différente de celle de *Y. meemannae* et qui évoque celle de *Y. spinulosa* de Ban Nhuân.

Classe SARCOPTERYGII Romer, 1955

Deux Ssarcoptérygiens avaient été initialement reconnus à Trang Xa : *Youngolepis* sp. et un dipneuste indéterminé. Ce dernier semble différer de *Diabolepis* (= *Diabolichthys* Chang *et* Yu, 1984) par les denticules plus régulièrement alignés de l'unique plaque dentaire connue. Cette pièce est, somme toute, pratiquement identique à une plaque dentaire inférieure de *Dipterus* (Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1994, fig. 7D). Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1994) ont également décrit un sarcoptérygien énigmatique, à la fois différent des dipneustes et de *Youngolepis*. Outre la morphologie déroutante de son crâne, dont la portion pariéto-ethmoïdienne semble extrêmement courte, cette forme se distingue assez nettement de *Youngolepis* par l'aspect extrêmement lisse de sa cosmine, dont les pores sont très fins, mais qui ne montre aucune ligne de Westoll. Parmi les écailles isolées, on retrouve cette même différence : les écailles de *Youngolepis* présentent généralement des rides sinueuses et parallèles, au moins au niveau de la partie antérieure de leur surface externe. Leur aspect est donc extrêmement voisin de celui des écailles de *Porolepis* Woodward, 1891 du Dévonien inférieur d'Europe. En revanche, les écailles de type « lisse » ne présentent jamais de telles rides et, par là, évoquent plutôt celles des ostéolépiformes et notamment de *Kenichthys* du Dévonien moyen de Chine (Chang & Zhu 1993). Des coupes histologiques effectuées à travers ces deux types d'écailles montrent clairement cette différence, les pores et les cavités en « bécher » des écailles « lisses » étant beaucoup plus petits, bien que, dans les deux cas, l'émail descende nettement dans ces cavités comme chez tous les dipnomorphes (Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1987, pl. 3 : 6, 7). Les quelques os présentant des lignes de Westoll très nettes et qui, par conséquent, doivent être attribués à un dipneuste, présentent tous une cosmine de type « lisse ». Enfin, il convient de noter que les os et écailles de type « lisse » ont une coloration plus noire que ceux de *Youngolepis* (vraisemblablement à la suite d'une altération thermique). Cette différence peut être due à une plus grande densité de leur couche de dentine.

L'un des spécimens de cette faune est une portion antérieure de mandibule d'un sarcoptérygien (Figs 25, 26 ; identifiée par erreur, mais avant préparation, comme « ? cleithrum » par Tong-Dzuy Thanh & Janvier 1987, fig. 8F) qui partage plusieurs caractères, en particulier la forte concavité dorsale de sa partie distale, avec la mandibule de *Psarolepis romeri* Yu, 1998 et celle d'un sarcoptérygien indéterminé (Zhu & Schultze 1997), respectivement du Lochkovien

et du Pridoli du Yunnan oriental. Elle en diffère cependant clairement par de nombreux autres caractères (cosmine à pores fins, dents coronoïdiennes très élancées, préarticulaire dépourvu de denticules), ce qui justifie son attribution à un genre nouveau.

Ordre DIPNOMORPHA Ahlberg, 1991
Fam. indet.

Genre *Langdenia* n.g.

ESPÈCE-TYPE. — *Langdenia campylognatha* n.sp.

ÉTYMOLOGIE. — De Làng Dèn, localité-type.

DIAGNOSE. — La même que pour l'espèce-type (par monotypie).

REMARQUES
Langdenia partage avec *Psarolepis* Yu, 1998 et la forme décrite par Zhu & Schultze (1997) une forte flexure dorsale de la partie antérieure de la mandibule. Les autres caractères communs à ces deux genres, quant à la structure de la mandibule (large gorge pour la plaque parasymphysaire, absence de dents sur le bord de l'extrémité antérieure du dentaire), sont des caractères généraux de dipnomorphes, de rhipidistiens, voire de Sarcoptérygiens. *Langdenia* diffère cependant de *Psarolepis* par sa cosmine à pores très fins, qui rappelle plutôt celle de *Youngolepis*, *Powichthys* Jessen, 1975, *Porolepis* ou des dipneustes basaux. La cosmine de *Psarolepis* présente au contraire de très larges pores et sa structure est atypique, présentant souvent plusieurs couches superposées. Les crocs coronoïdiens de *Langdenia* sont fins et très élevés, tandis que ceux de *Psarolepis* sont massifs et bas. Enfin, *Langdenia* ne semble pas présenter les larges fosses situées à la limite entre les infradentaires, et qui se rencontrent chez *Psarolepis*, *Youngolepis*, *Powichthys* et la plupart des porolépiformes. Ce curieux mélange de caractères suggère que la courbure de la mandibule de *Langdenia*, de *Psarolepis*, et du sarcoptérygien non nommé de Zhu & Schultze (1997), n'est peut-être pas unique à ces taxons. Il pourrait s'agir d'une symplésiomorphie des rhipidistiens (Zhu & Schultze 1997), voire des sarcoptérygiens, et ce caractère n'est pas sans rappeler la forte cambrure de la mandibule des onychodontiformes, en particulier de *Strunius* Jessen, 1966 (Jessen 1966).

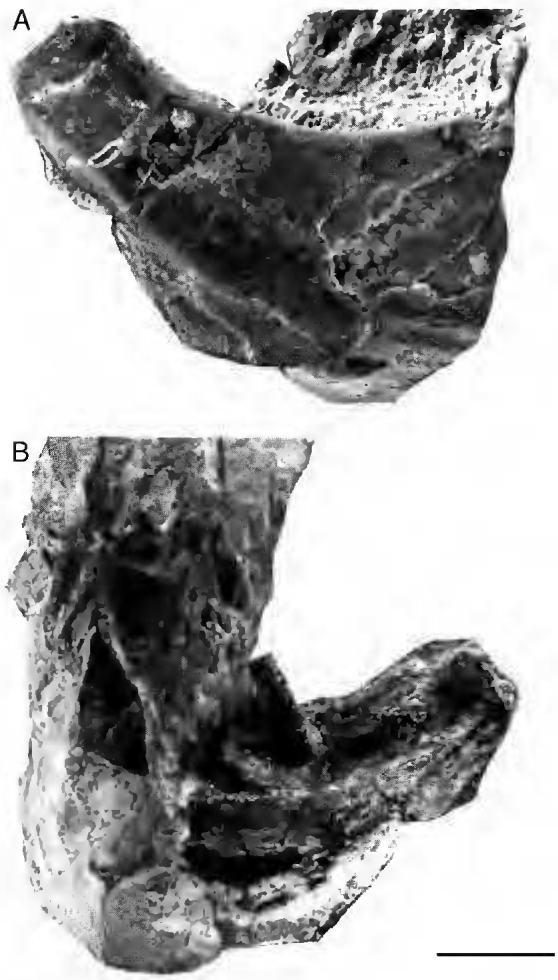

FIG. 28. — *Langdenia campylognatha* n.sp., holotype (BT 207a), Formation de Bac Bun, Lang Dèn, Trang Xa, province de Thái Nguyên, Viêt Nam ; **A**, partie antérieure de mandibule gauche en vue latérale ; **B**, *idem*, vue médiale. Échelle : 10 mm.

Langdenia campylognatha n.sp.
(Figs 28-30)

Sarcoptérygien – Tong Dzuy & Janvier 1987, fig. 8F.

HOLOTYPE. — Portion antérieure de mandibule gauche, associée à un maxillaire et un dermopalatin ou ectoptérygoïde incomplet (BT 207a, Fig. 28).

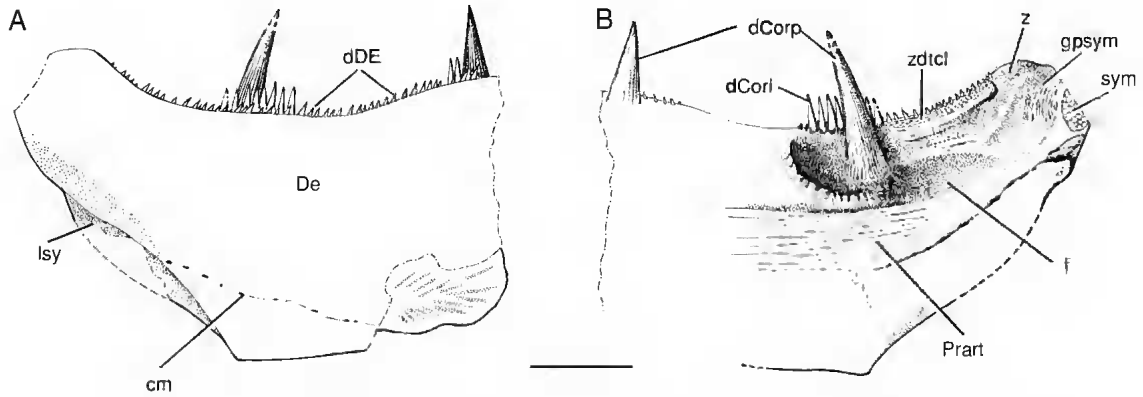

Fig. 29. — *Langdenia campylognatha* n.sp., Formation de Bac Bun, Lang Dèn, Trang Xa, province de Thái Nguyên, Viêt Nam. Reconstitution, fondée sur l'holotype (BT 207a, Fig. 28), de la partie antérieure de la mandibule gauche ; **A**, vue latérale ; **B**, vue médiale. **cm**, canal sensoriel mandibulaire ; **De**, dentaire ; **dCorl**, dent coronoïdienne latérale ; **dCorp**, croc coronoïdien principal ; **dDe**, dents portées par le dentaire ; **gpsym**, gorge pour la plaque parasymphysaire ; **f**, fosse précoronoïde; **lsy**, lame symphysaire ; **Prart**, préarticulaire ; **sym**, symphyse mandibulaire ; **z**, zone antérieure dépourvue de dents ; **zdtcl**, zone denticulée. Échelle : 10 mm.

Localité-type. — Canal du barrage hydroélectrique de Làng Dèn, près de Trang Xa, province de Thái Nguyên, Viêt Nam.

Niveau-type. — Dévonien inférieur, Formation de Bac Bun.

Étymologie. — Du grec *campylos*, courbe, et *gnathos*, mâchoire.

Matériel. — Holotype seul (BT 207a, Fig. 28).

Diagnose. — Dipnomorphe dont l'extrémité antérieure de la mandibule présente une forte courbure dorsale et possède une couche de cosmine à pores fins ainsi que des dents coronoïdiennes très hautes et fines. Le préarticulaire est dépourvu de denticules, au moins dans sa partie antérieure.

Description et discussion

L'holotype de *L. campylognatha* est une portion de mandibule gauche, proche de la région symphysaire, comme l'indiquent la légère concavité antéroventrale et un reste de la partie postérieure de la symphyse. Par la forte courbure de son bord dorsal, courbure que l'on retrouve, sur la face interne, au niveau du plancher coronoïdien, il évoque *Psarolepis romeri* Yu, 1998 de la Formation de Xitun du Groupe de Cuifengshan (Yunnan oriental). Le préarticulaire (tout au moins dans sa partie antérieure) ne présente aucun denticule, tout au plus quelques rides (Prart, Fig. 29B). Les coronoïdes portent des crocs très élevés, dépassant nettement le bord du dentaire, et ornés de fines rides longitudinales (dCorl, Fig. 29B). Le bord externe des coronoïdes porte une étroite zone denticulée (zdtcl, Fig. 29B), mais qui n'a pas l'importance de celle de *Youngolepis* (Chang 1991). Latéralement aux crocs coronoïdiens, ces denticules latéraux passent à des dents plus grandes et très fines (dCorl, Fig. 29B). En avant de cette zone denticulée, le bord du dentaire est dépourvu de dents (z, Fig. 29B), comme chez les porolepiformes et *Powichthys* (Ahlberg 1991). Postérieurement au premier croc coronoïdien, les dents portées par le dentaire sont petites et inclinées vers l'arrière (dDe, Fig. 29A). Enfin, le bord antérieur de cette mandibule est pourvu d'une très large gorge pour la plaque dentaire adsymphysaire (gpsym, Fig. 29B). Une partie de la symphyse mandibulaire est visible (sym, Fig. 29B). Par ces caractères, cette mandibule évoque plus celle d'*Holoptychius* (Jarvik 1972 : fig. 46) que celle de *Youngolepis* (Chang 1991 : fig. 10). Toutefois, par sa couverture de cosmine, cette mandibule est à exclure des holoptychiides. La cosmine qui couvre sa face externe (dentaire et infradentaire) peut être considérée comme étant de type « lisse », avec des pores très fins, contrairement à celle de *Psarolepis romeri* Yu, 1998 et de la forme

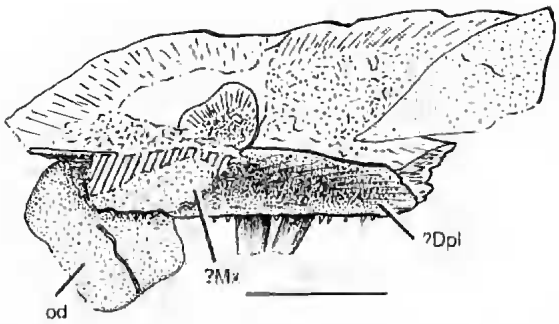

FIG. 30. — *Langdenia campylognatha* n.sp., Formation de Bac Bun, Lang Dèn, Trang Xa, province de Thái Nguyên, Viêt Nam. Dessin à la chambre claire des fragments crâniens associés à l'holotype. **?Dpl**, dermopalatin ? ; **?Mx**, maxillaire ? ; **od**, os dermique indéterminé, portant une *pit-line*. Échelle : 5 mm.

non nommée de Zhu & Schultze (1997) qui, toutes deux présentent une cosmine à pores inhabituellement larges. La surface de la cosmine du dentaire de *L. campylognatha* est seulement percée par une série de pores du canal sensoriel mandibulaire (cm, Fig. 29A). Sur le même bloc, et recouvrant en partie la face interne de cette mandibule, se trouve un ensemble d'os portant des dents, et qui semblent être une partie d'un maxillaire (?Mx, Fig. 30), associée à une partie du dermopalatin ou de l'ectoptérygoïde (?Dpl, Fig. 30), et dont les dimensions s'accordent avec celles de la mandibule décrite plus haut.

Notons également que Tong-Dzuy Thanh & Janvier (1990, pl. 7, fig. 9) ont signalé dans le gisement de Dông Mo une mandibule de sarcoprérygien qui diffère de celle de *Youngolepis* par sa courbure très accentuée et ses dents du dentaire légèrement penchées vers l'avant. Il est possible que cette mandibule, beaucoup plus petite que l'holotype de *L. campylognatha*, appartienne néanmoins à *Langdenia*. *Psarolepis* est considéré par Yu (1998) comme le groupe-frère de *Powichthys*, *Youngolepis* et des dipneustes, ce qui suggère que la présence d'une zone non dentée dans la partie antérieure du dentaire est un caractère général des dipnomorphes. Zhu & Schultze (1997), en revanche, font de leur forme non nommée (et à l'évidence très voisine, sinon congénérique de *Psarolepis*) le groupe-frère d'un ensemble comprenant les porolépiformes, onychodontiformes, actinistiens et tétrapodmorphes.

CONCLUSIONS

L'étude des faunes de vertébrés des formations de Si Ka, Bac Bun et Mia Lé de la coupe Lung Cô-Mia Lé a permis de mettre en évidence des différences notables par rapport aux autres gisements étudiés jusqu'alors dans le Bac Bo oriental (Tableau 1). Les quelques spécimens trouvés dans le Membre 2 de la Formation de Si Ka témoignent d'une faune assez semblable à celle que l'on rencontre autour de la limite entre les formations de Si Ka et de Bac Bun dans le reste du Bac Bo (*Yunnanolepis*, Youngolépididés). Néanmoins, la plupart des faunes de vertébrés de cette coupe proviennent du Membre 2 de la Formation de Bac Bun (Lochkovien supérieur), ainsi que de la base de la Formation de Mia Lé (Praguien), tandis que celles du Bac Bo oriental proviennent principalement de la limite entre les Formations de Si Ka et de Bac Bun (Lochkovien) ou de la base de la Formation de Khao Lôc (Lochkovien inférieur). Cette légère différence d'âge ne justifie pas une telle différence dans la composition faunique. La prédominance des pétalichthyides, par exemple, s'explique mieux par une différence dans l'environnement, nettement plus marin, mais aussi par un milieu de plus faible énergie, permettant la conservation de plaques particulièrement fragiles. De même, la rareté des galéaspides dans l'ensemble de cette coupe est sans doute liée aux conditions environnementales plus franchement marines. Outre le pétalichthyide *Tongdzuylepis vietnamensis*, qui en est l'élément le plus abondant, et l'antiarche *Minicrania*, la faune de vertébrés des formations de Bac Bun et de Mia Lé de cette coupe comprend plusieurs autres placodermes qui restent énigmatiques. Certains semblent cependant devoir être rapportés à un ou plusieurs brachythoracides primitifs. La présence d'un ptyctodonte est possible. À l'exception de *Minicrania*, connu ailleurs dans la Formation de Xishancun (Lochkovien) du Yunnan oriental et de la Formation de Khao Lôc (Lochkovien) à Tòng Vài, et de restes de galéaspides, aucun des éléments de cette faune n'est connu en Chine méridionale.

L'étude complémentaire du matériel de divers gisements, situés stratigraphiquement dans la

Pays	VIET NAM						CHINE (Yunnan oriental)	
Localité	Coupe de Lung Cô à Mia Lé			Tong Vai	Ban Nhuân	Dong Mo	Trang Xa	Qujing	
Formations	Si Ka	Bac Bun	Mia Lé					Xishancun	Xitun
GALEASPIDA									
Galeaspida gen. et sp. indet. 1			L6.4						
Galeaspida gen. et sp. indet. 2						Bac Bun	Bac Bun		
Bannhuanaspis vukhuci		?			SK/BB				
Laxaspis yulongssus				Khao Loc				+	
Polybranchiaspis liaojaoshanensis			Khao Loc				+	+	
PLACODERMI									
Acanthothoraci gen. et sp. indet. 1				Khao Loc				+	
Acanthothoraci gen. et sp. indet. 2				Khao Loc				+	
Yunnanolepidoidei gen. et sp. indet. 1				Khao loc	SK/BB				
Yunnanolepidoidei gen. et sp. indet. 2					SK/BB				
Yunnanolepis sp.	L1.10								
Yunnanolepis deprati						Bac Bun			
Yunnanolepis bacboensis						Bac Bun			
Yunnanolepis cf *Y. porifera*						? Si Ka			+
Yunnanolepis spinulosa					SK/BB				
Y. (*Heteroyunnanolepis*?) *meemannae*							Bac Bun		
Heteroyunnanolepis qujingensis				Khao Loc				+	
Zhanjilepis aspratilis				Khao Loc				+	+
Chuchinolepis dongmoensis		?			SK/BB		Bac Bun		?
Vanchienolepis langsonensis						Bac Bun			?
Minicrania sp.		L8.6	? L6.4						
Minicrania lissa				Khao Loc					
Ptyctodontida? gen. et sp. indet.		L8.6							
Petalychthylida gen. et sp. indet.		L3.4-6, L8.6	L6.4, 15-19				Bac Bun		
Tongdzuylepis vietnamensis		L3.4, L8.6	?L6.4			Mia Lé			
Phlyctaenii gen. et sp. indet	L1.10								
Arthrodira gen. et sp. indet.		L8.6							
ACANTHODII									
Climatiida gen. et sp. indet.							Bac Bun		
Nostolepis sp.							Bac Bun		
SARCOPTERYGII									
Youngolepididae gen. et sp. indet.	L1.10								
Youngolepis sp.					SK/BB				
Youngolepis praecursor				Khao Loc		Bac Bun	Bac Bun	+	+
Langdenia campylognatha						? Si Ka	Bac Bun		
Dipnoi gen. et sp. indet.							Bac Bun		
Sarcopterygii en. et sp. indet.							Bac Bun		

TABLEAU 1. — Répartition des vertébrés dans les gisements du Dévonien inférieur du Bac Bo et du Yunnan Oriental. Pour les vertébrés de la coupe de Lung Cô à Mia Lé, les numéros sont ceux des niveaux indiqués sur la Figure 2. Pour les autres localités du Bac Bo, la formation d'où proviennent les spécimens est indiquée (Sika, Bac Bun ou Mia Lé ; SK/BB, limite entre les formations de Si Ka et de Bac Bun). Les spécimens de la coupe de Lung Cô à Mia Lé décrits par Mansuy (1915) et attribués à *Bannhuanaspis* et *Chuchinolepis* sont indiqués ici dans la Formation de Bac Bun par des points d'interrogation.

Formation de Si Ka ou à la base de la Formation de Bac Bun au Bac Bo oriental et précédemment décrits, a permis de compléter leurs listes fauniques et de préciser certains points de la systématique des taxons qui les composent. La Formation de Khao Lòc, qui représente sans doute un faciès latéral plus marin de la Formation de Si Ka, présente les conditions idéales pour la conservation de formes à l'exosquelette fragile, comme les galéaspides ou de petits antiarches et arthrodires acanthothoracides. Ses niveaux de grès très fin et de schistes bitumineux, qui affleurent dans la région de Tòng Vài (province de Hà Giang), ont livré une seconde espèce de galéaspide, *Laxaspis yulongssus*, les antiarches *Heteroyunnanolepis qujingensis* et *Zhanjilepis aspratilis* et une nouvelle espèce d'antiarche, *Minicramia lissa* n.sp., très voisine de *M. lirouyi*, ce qui suggère une corrélation entre la base de cette formation et la Formation de Xishancun du Groupe de Cuifengshan (Lochkovien inférieur), au Yunnan oriental.

Les autres gisements révisés concernent soit le sommet de la Formation de Si Ka, soit la base de la Formation de Bac Bun et sont tous situés dans les provinces de Thái Nguyên et Lang Son (Bac Bo oriental). Le gisement de Ban Nhuân a, outre le galéaspide *Bannhuanaspis vukhuci* et des restes de *Youngolepis* sp., livré de nombreux restes d'antiarches répartis en au moins trois espèces : *Chuchinolepis dongmoensis*, *Yunnanolepis spinulosa* n.sp., et une espèce indéterminée, probablement nouvelle.

Un nouvel examen des restes d'exosquelette de galéaspides des gisements de Dông Mo et Trang Xa montre qu'aucun n'appartient au genre *Polybranchiaspis*. Enfin, le gisement de Trang Xa a livré un nouveau sarcoptérygien, *Langdenia campylognatha* n.sp. qui ressemble par certains caractères à *Psarolepis romeri* de la Formation de Xitun du Groupe de Cuifengshan au Yunnan oriental.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Professeur Tong-Dzuy Thanh (Université nationale du Viêt Nam à Hanoï) pour son aide apportée à la réalisation des travaux de terrain et M. Lé Van Giang (Service Géologique du Viêt Nam) qui leur a confié pour étude les spécimens de Tòng Vài. Les travaux de terrain ont été financés par le Programme Vietnamien de Recherche Fondamentale en Sciences Naturelles et par le projet n° 5089/93 de la National Geographic Society. Photographies : D. Serrette. Réalisation graphique des Figures 1 et 2 : H. Lavina.

RÉFÉRENCES

Ahlberg P. E. 1991. — A re-examination of sarcopterygian interrelationships, with special reference to the Porolepiformes. *Zoological Journal of the Linnean Society* 103: 241-287.

Chang K. J. (Zhang G. R.) 1978. — Early Devonian antiarchs from Cuifengshan, Yunnan: 292, 293 [en chinois], *in Symposium on the Devonian System of South China, 1974*. Geological Press, Beijing.

Chang M. M. 1991. — Head exoskeleton and shoulder girdle of *Youngolepis*: 355-378, *in* Chang M. M., Liu Y. H. & Zhang G. R. (eds), *Early Vertebrates and Related Problems of Evolutionary Biology*. Science Press, Beijing.

Chang M. M. & Smith M. M. 1992. — Is *Youngolepis* a porolepiform? *Journal of Vertebrate Paleontology* 12: 294-312.

Chang M. M. & Yu X. B. 1984. — Structure and phylogenetic significance of *Diabolichthys speratus* gen. et sp. nov., a new dipnoan-like form from the Lower Devonian of eastern Yunnan, China. *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales* 107: 171-184.

Chang M. M. & Zhu M. 1993. — A new Middle Devonian osteolepidid from Qujing, Yunnan. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 15: 183-198.

Dang Tran Huyên 1976. — Phat hien tentaculites Devon vung Dông Van và y nghia dia tang cua chung [Découverte et valeur stratigraphique de tentaculites dans la région de Dông Van]. *Sinh vât-dia hoc*, Hanoï 14 (2): 61-63 [en vietnamien].

Deprat J. 1915. — Études géologiques sur les régions du Haut Tonkin (feuilles de Pakha, Hagiang, Mapifo, Yenminh). *Mémoires du Service géologique de l'Indochine* 5-4 : 1-176.

— 1917. — L'exploration géologique de la partie du Yunnan comprise entre la frontière tonkinoise, le Kivang Si et le Kwei-Tchéou. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* 164 : 107-109.

Durand-Delga M. 1990. — L'Affaire Deprat. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie (COFRHIGEO)*, Paris 4 : 117-212.

Gross W. 1961. — *Lunaspis broilii* und *Lunaspis heroldi* aus dem Hunsrückschiefer (Unterdevon,

Rheinland). *Notizblatt der hessische Landesamt für Bodenforschung* 89: 17-43.

Heintz A. (1934). — A revision of the Estonian Arthrodira. Part 1, Family Homosteidae. *Arkhiv für die Naturkunde Estlands* 10 (4): 1-114.

Henry J.-L. 1994. — The trilobites of the "affaire Deprat". *Alcheringa* 18: 359-362.

Janvier P. 1990. — La structure de l'exosquelette des Galéaspides (Vertebrata). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris 310 : 655-659.

— 1995. — The brachial articulation and pectoral fin in Antiarchs (Placodermi), *in* Arsenault M., Lelièvre H. & Janvier P. (eds), Studies on Early Vertebrates (VIIth International Symposium, Miguasha Parc, Québec), *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série 4, 17 C (1-4) : 143-161.

— 1996. — *Early Vertebrates*. Oxford University Press, Oxford, 393 p.

Janvier P., Pham Kim Ngan & Ta Hoa Phuong 1996. — Une faune de vertébrés de type « sud-chinois » dans le Dévonien inférieur de la basse Rivière Noire (Song Da), Viêt Nam. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris 323 (IIa) : 539-546.

Janvier P., Tong-Dzuy Thanh & Ta Hoa Phuong 1993. — A new Early Devonian galeaspid from Bac Thai Province, Vietnam. *Palaeontology* 36: 297-309.

Jarvik E. 1972. — Middle and Upper Devonian Porolepiformes from East Greenland with special reference to *Glyptolepis groenlandica* n.sp., and a discussinn on the structure of the head in the Porolepiformes. *Meddelelser om Grønland* 187: 1-307.

Jessen H. 1966. — Die Crossopterygier des Oberen Plattenkalkes (Devon) des Bergisch-Gladbach-Paffrather Mulde (Rheinisches Schiefergebirge) unter Betücksichthigung von amerikanischem und europäischem *Onychodus*-Material. *Arkiv för Zoologi* 18: 305-389.

Lantenois H. 1928. — *Note au sujet des travaux de M. J. Deprat, sur la géologie du Yünnan et de l'Indochine publiés dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences à Paris et dans les Bulletins du Service Géologique de l'Indochine à Hanoï*. Manuscrit inédit, Archives du Collège de France, 14 p.

Lelièvre H. 1984. — *Antineosteus lehmani*, n.g., n.sp., nouveau Brachythoraci du Dévonien inférieur du Maroc présaharien. *Annales de Paléontologie* 70 : 115-158.

Liu Y. H. 1963. — On the Antiarchi from Chutsing. *Vertebrata PalAsiatica* 7: 39-46 [en chinois avec résumé anglais].

— 1965. — New Devonian agnathans of Yunnan, *Vertebrata PalAsiatica* 9: 125-134 [en chinois avec résumé anglais].

— 1973. — On the new forms of Polybranchiaspiformes and Petalichthyida from Devonian of Southwest China. *Vertebrata PalAsiatica* 11: 132-143 [en chinois avec résumé anglais].

— 1975. — Lower Devonian agnathans of Yunnan and Sichuan. *Vertebrata PalAsiatica* 13: 215-223 [en chinois avec résumé anglais].

— 1991. — On a new petalichthyid, *Eurycaraspis incilis* gen. et sp. nov. (Placodermi, Pisces) from the Middle Devonian of Zhanyi, Yunnan: 139-178, *in* Chang M. M., Liu Y. H. & Zhang G. R. (eds), *Early Vertebrates and Related Problems of Evolutionary Biology*. Science Press, Beijing.

Mansuy H. 1915. — Contribution à l'étude des faunes de l'Ordovicien et du Gothlandien du Tonkin. *Mémoires du Service géologique de l'Indochine* 4 : 1-322.

Pan J. 1987. — Galeaspida: 57, 58, *in* Pan J., Huo F. C., Cao J. X., Gu Q. C., Liu S. Y., Wang J. Q., Gao L. D., & Liu C. (eds), *Continental Devonian System of Ningxia and its Biotas*. Geological Publishing House, Beijing.

— 1992. — *New Galeaspids (Agnatha) from the Silurian and Devonian of China*. Geological Publishing House, Beijing, 77 p.

Pan J. & Dineley D. 1988. — A review of early (Silurian and Devonian) vertebrate biogeography and biostratigraphy of China. *Proceedings of the Royal Society of London* B 235: 29-61.

Pan J. & Ji S. 1993. — First discovery of Middle Devonian galeaspids in China. *Vertebrata PalAsiatica* 31(4): 304-307 [en chinois avec résumé anglais].

Paris F., Ta Hoa Phuong & Baudu V. 1993. — Découverte de chitinozoaires et de scolécodontes dans l'Emsien du Viêt Nam (coupe de Dông Van-Nho Quê, province de Hà Giang). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte* 10: 596-606.

Pham Dinh Long 1973. — Tim hieu dia tàng Devon trong doi Hà Lang Cao Bang [étude de la stratigraphie du Dévonien dans la région de Ha Lang, province de Cao Bang]. *Dia chât* 106: 1-7 [en vietnamien].

Ritchie A., Wang S. T., Young G. C. & Zhang G. R. 1992. — The Sinolepidae, a family of antiarchs (Placoderm fishes) from the Devonian of South China and Eastern Australia). *Records of the Australian Museum* 44: 319-370.

Stensiö E. A. 1969. — Elasmobranchiomorphi, Placodermata, Arthrodires: 71-692, *in* Piveteau J. (ed.), *Traité de paléontologie*, volume 4(2). Masson, Paris.

Ta Hoa Phuong 1994. — New discovery of Devonian and Lower Carboniferous pelagic fossils in Dong Van area (Hà Giang Province, Vietnam): 62-68, *in* Angsuwathana P., Wongwanich T., Tansathien W., Wongsomsak S. & Tulyatid J. (eds), *Proceedings of the International Symposium on Stratigraphic Correlation of Southeast Asia*. Department of Mineral Resources, Bangkok.

Ta Hoa Phuong, Baudu-Suire V. & Lê Van Giang 1996. — Scolecodonts from the Ban Thang formation (Lower Devonian) in Khao Lôc-Quan Ba area,

Hà Giang Province (Vietnam). *Journal of Geology (Dia Chât)* 7-8: 121-126.

Tông-Duy Thanh (ed.) 1986. — *Hê Devon o Viêt Nam* [Le Dévonien du Viêt Nam]. Nxb Khoa hoc và ky thuât, Hanoï, 141 p. [en vietnamien].

— 1993. — Major features of Devonian stratigraphy in Vietnam, with remarks on paleobiogeography. *Journal of Geology (Geological Survey of Vietnam)* 1993 B, 1-2: 3-18.

Tong-Dzuy Thanh (Tông Duy Thanh) & Janvier P. 1987. — Les vertébrés Dévoniens du Viêt Nam. *Annales de Paléontologie (Vertébrés-Invertébrés)* 73 (3) : 165-194.

— 1990. — Les vertébrés du Dévonien inférieur du Bac Bo oriental (provinces de Bac Thaï et Lang Son, Viêt Nam). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série 4, C 12 (2) : 143-223.

— 1994. — The early Devonian vertebrate fauna from Trang Xa (Bac Thai, Viet Nam), with remarks on the distribution of the vertebrates in the Song Cau Group. *Journal of South East Asian Earth Sciences* 10: 235-243.

Tong-Dzuy Thanh, Janvier P., Ta Hoa Phuong & Doan Nhat Truong 1995. — Lower Devonian biostratigraphy and vertebrates of the Tong Vai Valley (Hà Giang Province, Vietnam). *Palaeontology* 38(1): 169-186.

Tong-Dzuy Thanh & Ta Hoa Phuong 1994. — New data for correlation of Early Devonian bearing the *Euryspirifer tonkinensis* fauna in Vietnam and South China. *Subcommission on Devonian Stratigraphy, Newsletter* 11: 69.

Walcott C. D. 1892. — Preliminary note on the discovery of a vertebrate fauna in the Silurian (Ordovician) strata. *Bulletin of the Geological Society of America* 3: 153-172.

Wang N. Z. & Wang S. T. 1982. — A new Agnatha and its sensory systematic variation. *Vertebrata PalAsiatica* 20(4): 276-281 [en chinois avec résumé anglais].

Wang Z. S. 1994. — New discovery of yunnanolepids – *Heteroyunnanolepis qujingensis* gen. et sp. nov. *Vertebrata PalAsiatica* 32(1): 21-31 [en chinois avec résumé anglais].

Young G. C. 1978. — A new Early Devonian petalichthyid fish from the Taemas/Wee Jasper region of New South Wales. *Alcheringa* 2 : 103-116.

Young G. C. & Zhang G. R. 1992. — Structure and function of the pectoral joint and operculum in antiarchs, Devonian placoderm fishes. *Palaeontology* 35(2): 443-464.

Yu X. B. (1998). — A new porolepiform-like fish, *Psarolepis romeri* gen. et sp. nov. (Sarcopterygii, Osteichthyes) from the Lower Devonian of Yunnan, China. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18(2): 261-274.

Zhang G. R. 1978. — [The antiarchs from the Early Devonian of China]. *Vertebrata PalAsiatica* 16 : 147-186 [en chinois avec résumé anglais].

Zhu M. 1991. — New information on *Diandongpetalichthys* (Placodermi: Petalichthuida): 179-194, *in* Chang M. M., Liu Y. H. & Zhang G. R. (eds), *Early Vertebrates and Related Problems of Evolutionary Biology*. Science Press, Beijing.

— 1996. — The phylogeny of the Antiarcha (Placodermi, Pisces), with the description of Early Devonian antiarchs from Qujing, Yunnan, China. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série 4, C 18 (2-3) : 233-347.

Zhu M. & Janvier P. 1996. — A small antiarch, *Minierania lirouyii* gen. et sp. nov., from the Early Devonian of Qujing, Yunnan (China), with remarks on antiarch phylogeny. *Journal of Vertebrate Paleontology* 16(1): 1-15.

Zhu M. & Schultze H.-P. 1997. — The oldest sarcopterygian fish. *Lethaia* 30: 293-304.

Zhu M. & Wang J. 1996. — A new macropetalichthyid from China, with special reference to the historical zoogeography of the Macropetalichthyidae (Placodermi). *Vertebrata PalAsiatica* 34(4): 252-268 [en chinois avec résumé anglais].

Soumis pour publication le 9 septembre 1997 ;
accepté le 15 septembre 1998.